Technisches Wörterbuch

oder

Handbuch der Gewerbkunde

in alphabetischer Ordnung.

Von

Karl Karmarsch und **Dr. Friedrich Heeren.**

Zweite, gänzlich neu bearbeitete Auflage.

Mit ungefähr 1500 in den Text gedruckten Abbildungen.

Erster Band.

A. — F.

Prag.

Druck und Verlag von Gottlieb Haase Söhne.

1854.

Vorrede.

Als wir vor zwölf Jahren die Bearbeitung der ersten Auflage dieses Werkes, auf Grundlage von Ure's Dictionary of Arts, Manufactures and Mines unternahmen, fanden wir dem englischen Originale gegenüber so bedeutende Veränderungen und Zusätze nöthig, daß wir einen nicht unbeträchtlichen Theil des Inhalts als uns eigen in Anspruch zu nehmen berechtigt waren. Unsere Hoffnung, hierdurch der Brauchbarkeit des technischen Wörterbuchs für Deutschland wesentlichen Vorschub gethan zu haben, scheint durch einen schnellen Absatz der starken Auflage gerechtfertigt zu sein. Um so mehr mußten, in Uebereinstimmung mit der Verlagshandlung, wir uns aufgemuntert fühlen, jetzt bei dieser neuen Auflage das Ganze einer gründlichen Umschmelzung und Vervollkommnung zu unterziehen, welche sich nicht etwa auf Nachtragung der seither zum Vorschein gekommenen und genugsam wichtigen neuen Erfindungen in den Artikeln der ersten Auflage beschränkt, sondern in einer solchen Erweiterung des Plans und solcher Umarbeitung besteht, daß wir dem Publikum die zweite Auflage als ein völlig neues und selbständiges Werk darbieten können. Das englische Buch von Ure hat damit aufgehört, die Grundlage des unsern zu sein. Was aus der ersten Auflage ungeändert oder mit geringer Veränderung beibehalten ist, reduzirt sich auf wenig und betrifft noch dazu größtentheils solche Artikel, welche schon beim ersten Erscheinen von uns neu hinzugefügt oder wesentlich umgearbeitet waren. Bei Weitem der ansehnlichste Theil des Textes aber ist von Grund aus neu abgefaßt. Im Uebrigen wird man einerseits bedeutende Vermehrungen, andererseits Zusammenziehungen bemerken, wodurch die Beibehaltung der uns gesteckten räumlichen Grenzen thunlich wurde, ungeachtet wir eine gute Anzahl ganz neuer Artikel aufnahmen. Namentlich sind im vorliegenden ersten Bande folgende Artikel als neu (in der ersten Auflage nicht enthalten) zu bemerken: Abbeizen, Amethyst, Anstreichen, Avanturin, Bast, Bergblau, Bildhauerei,

Blitzableiter Bohrer, Borarsäure, Borden, Britannia-Metall, Camphin, Charpie, Chemitypie, Chinasilber, Chloroform, Collodium, Dammar, Dampfhammer, Dampfschiff, Drahtstifte, Drains, Drehstuhl, Durchschnitt, Elektrischer Telegraph, Färben des Goldes, Feuerspritze, Feuerzeug, Flittern, Folie, Formschneidekunst, Furnüre, Fuselöl.

Schon der Umstand, daß — unter Verwerfung der meisten bisherigen Figuren — fast alle Abbildungen für diese Auflage neu gezeichnet und durch die Sorgfalt der Verlagshandlung nach einer eigenthümlichen Methode in weit vollkommenerer Ausführung gegeben werden, mag den geänderten Charakter der Arbeit erkennen lassen. Unter den 537 Figuren-Nummern des ersten Bandes (um 87 mehr, als die frühere Auflage in den Artikeln aus A — F enthielt) sind nur 123 aus der ersten Auflage herübergenommen.

Auch jetzt wieder haben wir dankend die Bereitwilligkeit zu rühmen, mit welcher mehrere verehrte Freunde durch Abfassung neuer, so wie Durchsicht und Umarbeitung schon vorhandener Artikel uns unterstützten. Namentlich sind wir, was den ersten Band anlangt, zweien unserer Kollegen an der hiesigen polytechnischen Schule, Herrn Dr. Hunäus und Herrn Professor Dr. Rühlmann in dieser Weise verpflichtet: Ersterem für den Artikel Bergbau; letzterem für die Artikel Ankerwinde, Dampf, Dampfhammer, Dampfmaschine, Dampfschiff, Eisenbahnen, Feuerspritze, Fuhrwerk. Andere im zweiten und dritten Bande folgende Beiträge unserer Herren Mitarbeiter werden wir seiner Zeit namhaft machen, indem wir für jetzt nur noch hinzufügen, daß Herr Prof. Rühlmann einen Artikel Gebläse u. m. A. liefert, Herr Dr. von Kurrer in Prag aber die Güte gehabt hat, den Artikel Kattundruckerei mit sehr vielen wesentlichen Verbesserungen und Zusätzen zu versehen.

Wir erwähnen zum Schlusse, daß — wo nicht ausdrücklich ein Anderes bemerkt ist — die Thermometer-Grade nach der hunderttheiligen Skale, Quantitätsangaben aber nach preußischem Maß und Gewicht zu verstehen sind.

Hannover, zu Neujahr 1854.

Karl Karmarsch. Dr. Heeren.

Abbeizen, Abbrennen. — Diejenigen aus unedlen Metallen oder Metallgemischen verfertigten Gegenstände, welche vom Gusse her, oder in Folge des bei ihrer Ausarbeitung nöthig gewordenen Glühens, oberflächlich mit einer bald mehr, bald weniger starken Oxydkruste überzogen und dadurch ihrer reinen Metallfarbe beraubt sind, erfordern größtentheils eine Vollendungsarbeit, wodurch jene Oxyddecke weggeschafft und die natürliche Farbe wieder hervorgebracht, öfters sogar noch verschönert wird. Der gleiche Fall tritt selbst bei den edlen Metallen Gold und Silber ein, weil sie in Vermischung mit Kupfer verarbeitet werden, durch dessen Oxydation in der Glühhitze die Oberfläche eine braune oder schwärzliche Farbe annimmt.

Die Beseitigung des Oxydes geschieht bei sehr vielen Artikeln durch mechanische Mittel, als: Abschaben, Abscheuern mit Sand, Abfeilen, Abdrehen, Abhobeln; daher wird bei den Gelegenheiten, wo eine Bearbeitung dieser Art zur völligen Ausbildung der Gestalt eines Stückes ohnehin nöthig ist, eine besondere Operation zur Reinigung der Oberfläche nicht erforderlich. Wenn aber nach der Beschaffenheit der Gegenstände eine solche mechanische Wegschaffung der Oxyddecke nicht zulässig ist, oder eine zu große Mühe verursachen würde, bedient man sich eines chemischen Verfahrens, nämlich der Behandlung mit einer Säure, welche das Oxyd auflöset. Dieß ist das Geschäft, welches man im Allgemeinen Abbeizen nennt. Man bedient sich dazu manchmal eines Sauerwassers, welches bereitet wird, indem man Rocken- oder Gerstenschrot mit Zusatz von Sauerteig in Wasser gähren läßt; gewöhnlicher jedoch der verdünnten Schwefelsäure (Wasser mit 1/100 bis 1/10 seines Gewichtes Vitriolöl versetzt), auch wohl eines Gemisches aus Salzsäure und Wasser.

Kleine geschmiedete und gegossene Eisenwaaren sind mit dem besten Erfolge abzubeizen, wenn man der dazu bestimmten verdünnten Salzsäure oder Schwefelsäure etwas Holztheer oder Steinkohlentheer zusetzt: der Zunder oder Glühspan geht hierdurch von der Oberfläche (unaufgelöst) ab, ohne daß sich eine bemerkbare Menge metallisches Eisen auflöst.

Auf Arbeiten aus Kupfer findet das Abbeizen ziemlich oft Anwendung; noch viel gebräuchlicher ist es bei Gegenständen von Messing und Tombak, mit welchen es in einer Weise vorgenommen wird, wodurch zugleich eine höhere, feurigere gelbe Farbe hervorgeht, als dem Metalle an sich eigen ist: hier pflegt man das Beizen im Besondern mit dem Namen Abbrennen oder Gelbbrennen zu bezeichnen. Es wird in zwei auf einander folgenden Abschnitten verrichtet, indem man zuerst eine Vorbeize von verdünnter Schwefelsäure, dann aber eine Schnellbeize von starker Salpetersäure (mit oder ohne Zusatz von Vitriolöl) anwendet; in die Letztere wird das Metall nur auf einige Augenblicke eingetaucht, worauf man es sofort in reinem Wasser spült. — Argentan (Neusilber) erlangt eine sehr schöne weiße Farbe, wenn es wie das Messing beim Gelbbrennen behandelt wird; als Vorbeize ist dabei verdünnte Salpetersäure am besten zu gebrauchen, als Schnellbeize ein Gemisch von gleich viel Scheidewasser und Vitriolöl. Gold- und Silberwaaren werden mit der Beize gekocht, daher die Operation das Sieden (beim Silber auch Weißsieden) genannt wird. Gold siedet man gewöhnlich mit sehr verdünnter Sal-

petersäure, Silber mit verdünnter Schwefelsäure, oder mit einer Auflösung von 1 Theile Weinstein und 2 Theilen Kochsalz in 40 Theilen Wasser. Beide Metalle müssen aber vor dem Sieden gut geglüht sein, damit in ihrer oberflächlichen Schicht das Kupfer gehörig oxydirt und dadurch in der Säure auflöslich gemacht wird. Das mit Kupfer legirte Silber bekommt durch das Sieden fast vollkommen die Farbe des reinen Silbers; allein durch die Abnutzung beim Gebrauch tritt später die röthliche Farbe der innern Masse hervor. Gold erscheint nach dem Sieden bleichröthlich, oder wenn es — wie öfters vorkommt — nebst dem Kupfer ziemlich viel Silber als Zusatz enthält, blaßgelb; eine hohe Goldfarbe ertheilt man ihm hernach, sofern es gewünscht wird, durch eine besondere Behandlung, das Färben (s. Färben des Goldes).

Abdampfen. Der Uebergang eines festen oder flüssigen Körpers in den luft- oder dampfförmigen Zustand wird im Allgemeinen mit dem Worte Verdampfung bezeichnet. Die Operation dagegen, durch welche wir eine Flüssigkeit verdampfen, um einen in ihr enthaltenen nicht flüchtigen oder doch weniger flüchtigen Stoff zu gewinnen, nennt man Abdampfung. Die Technik bietet eine sehr große Anzahl dahin gehöriger Fälle, wobei der zu verdampfende Körper gewöhnlich in Wasser besteht, weßhalb denn auch der vorliegende Artikel sich auf das Abdampfen wässriger Flüssigkeiten beschränken wird. Da aber die zu diesem Zwecke in Anwendung kommenden Mittel auf rein physikalischen Gründen beruhn, so wird es erforderlich sein, diese Gründe in möglichst verständlicher Darstellung vorherzuschicken.

Unter dem Ausdrucke „Dampf" dürfen wir nicht, wie dieß häufig im gemeinen Leben geschieht, jene sichtbaren Nebel verstehen, die wir von der Oberfläche heißer Flüssigkeiten empor wirbeln sehen; denn diese Nebel sind nichts anderes, als flüssiges Wasser in Gestalt außerordentlich kleiner, mit Luft erfüllter Bläschen, durch die Strömung der Luft fortgerissen. Dampf, im strengen Sinne des Wortes, ist ein vollkommen luftförmiger Körper, und daher eben so durchsichtig und unsichtbar, wie unsere atmosphärische Luft; in diesem Sinne ist das Wort im Folgenden zu verstehen.

Der Uebergang aller der Verdampfung fähigen Körper in den dampfförmigen Zustand geschieht in Folge eines ihnen innewohnenden Bestrebens, diesen Zustand anzunehmen, und darf nicht etwa als die Folge eines äußeren Zwanges angesehen werden. Die Physik hat für dieses Streben nach Verdampfung die Ausdrücke Verdampfungskraft oder Tension (von Tensio, das Bestreben). Könnte es auch für das Resultat gleichgültig scheinen, ob ein äußerer Zwang oder ein inneres Bestreben die Verdampfung herbeiführt, wenn nur das Resultat dasselbe bleibt, so kommt doch bei Aufsuchung der Mittel, welche die Verdampfung befördern können, jener Unterschied sehr wesentlich in Betracht.

Das Streben nach Verdampfung nun, also die Tension, ist bei einem und demselben Körper verschieden, und richtet sich ganz nach seiner Temperatur; je höher diese steigt, um so mehr wächst die Tension.

Gesetzt nun, wir hätten ein ganz luftleeres Gefäß, in welchem sich aber etwas Wasser befände, so wird das Wasser zu verdampfen anfangen, und man könnte auf den ersten Blick vermuthen, daß diese Verdampfung so lange fortgehen müßte, wie noch Wasser vorhanden. Die Erfahrung zeigt dagegen, daß in der Verdampfung sehr bald ein Stillstand eintritt, daß aber, wenn wir das Gefäß erwärmen, die Dampfbildung wieder beginnt, bis abermals ein Stillstand hervorkommt. Fahren wir in derselben Art fort, das Gefäß periodisch mehr und mehr zu erwärmen, so hat jede Erhöhung der Temperatur eine vermehrte Dampf-

bildung zur Folge. Nach den Gesetzen der luftförmigen Körper muß der Dampf in dem Gefäße, je größer seine Menge, also auch seine Dichtigkeit wird, einen um so größeren Druck ausüben, und diese Zunahme des Druckes eben ist es, welche die erwähnten Stillstände veranlaßt. Der Druck des eigenen Dampfes nämlich bildet eine Kraft, welche auf die Oberfläche der Flüssigkeit wirkend, ihrer Verdampfung sich entgegensetzt, so daß, wenn jener Druck zu einer gewissen Stärke angewachsen ist, die Verdampfung aufhört, mithin ein Zustand des Gleichgewichts zwischen Dampfdruck und Tension eintritt. Erhöhen wir jetzt die Temperatur und mit ihr die Tension des Wassers, so ist der Gleichgewichtszustand gestört, die Tension bekommt das Uebergewicht, und es wird eine neue Dampfbildung erfolgen, die so lange fortgeht, bis die Menge und der Druck des Dampfes hinlänglich gestiegen ist, um die fernere Verdampfung wieder zu hindern. Für jede gegebene Temperatur also setzt sich der Dampfdruck, oder die Dichtigkeit, oder Menge des Dampfes, mit der Tension ins Gleichgewicht.

Die große Wichtigkeit des Gegenstandes hat schon viele Beobachter veranlaßt, mit äußerster Genauigkeit den Druck zu bestimmen, welchen der Dampf bei verschiedenen Temperaturen erreicht. Als Maß dieses Druckes wird allgemein die Höhe einer Quecksilbersäule angegeben, mit welcher der Dampfdruck im Gleichgewicht stehen würde. — Wir geben in der folgenden Tabelle die von Magnus gefundenen Werthe, wobei die Temperaturen t, in der hunderttheiligen Scale, die Quecksilberhöhen e in Millimetern angegeben sind.

Tabelle der Spannkraft des Wasserdampfes nach Magnus:

t	e	t	e	t	e	t	e
0	4.525	26	25.026	52	101.497	78	326.127
1	4.867	27	26.547	53	106.572	79	339.786
2	5.231	28	28.148	54	111.864	80	353.926
3	5.619	29	29.832	55	117.378	81	368.558
4	6.032	30	31.602	56	123.124	82	383.697
5	6.474	31	33.464	57	129.109	83	399.357
6	6.939	32	35.419	58	135.341	84	415.552
7	7.436	33	37.473	59	141.829	85	432.295
8	7.964	34	39.630	60	148.579	86	449.603
9	8.525	35	41.893	61	155.603	87	467.489
10	9.126	36	44.268	62	162.908	88	485.970
11	9.751	37	46.758	63	170.502	89	505.060
12	10.421	38	49.368	64	178.397	90	524.775
13	11.130	39	52.103	65	186.601	91	545.133
14	11.882	40	54.969	66	195.124	92	566.147
15	12.677	41	57.969	67	203.975	93	587.836
16	13.519	42	61.109	68	213.166	94	610.217
17	14.409	43	64.396	69	222.706	95	633.305
18	15.351	44	67.833	70	232.606	96	657.120
19	16.343	45	71.427	71	242.877	97	681.683
20	17.396	46	75.185	72	253.530	98	707.000
21	18.505	47	79.111	73	264.577	99	733.100
22	19.675	48	83.212	74	276.029	100	760.000
23	20.909	49	87.494	75	287.898	101	787.718
24	22.211	50	91.965	76	300.193	102	816.273
25	23.582	51	96.630	77	312.127	103	845.683

Erreicht die Temperatur 100° C., so hält der Dampfdruck einer Quecksilbersäule von 760 Mm., oder dem mittleren Drucke der Atmosphäre das Gleichgewicht. Dieß führt uns zur Erklärung des Kochens.

Wenn der Boden eines mit Wasser gefüllten Gefäßes erhitzt wird, so wächst mit steigender Temperatur die Tension des Wassers; dennoch kann an dieser Stelle kein Dampf gebildet werden, so lange die Temperatur unter 100° bleibt, weil ja der Dampf, um sich zu behaupten, dem Drucke der auf der Oberfläche der Flüssigkeit lastenden Atmosphäre das Gleichgewicht halten müßte, was er nicht kann. Sobald die Temperatur auf 100° angelangt ist, bilden sich am Boden Dampfbläschen, welche aber in Berührung mit der zunächst darüber befindlichen, noch nicht ganz auf 100° erhitzten Wasserschicht abgekühlt, und wieder verdichtet werden. Eine Folge dieser Verdichtung und des damit verbundenen gewaltsamen Zusammenschlagens der Wassertheile ist das unter dem Namen Singen bekannte Geräusch, welches vor dem eigentlichen Sieden einzutreten pflegt. Endlich erhitzen sich auch die oberen Schichten des Wassers so weit, daß die einmal entstandenen Dämpfe nicht weiter verdichtet werden, worauf sie in Folge ihrer Leichtigkeit bis zur Oberfläche emporsteigen und so die sprudelnde Bewegung hervorbringen, welche das Sieden charakterisirt.

Unter den gewöhnlichen Verhältnissen findet diese Erscheinung erst bei 100° C. Statt, doch kann sie auch bei viel niedrigeren Temperaturen eintreten, wenn der äußere Luftdruck durch eine Luftpumpe oder durch andere Mittel vermindert wird. Umgekehrt stellt sich das Sieden erst bei höheren Temperaturen ein, wenn das Wasser einem vermehrten Drucke ausgesetzt ist. Dieser Fall tritt ein, wenn das Gefäß verschlossen ist und die gebildeten Dämpfe nicht entweichen können, desgleichen, wenn das Gefäß eine beträchtliche Tiefe besitzt, und die am Boden befindlichen Schichten der Flüssigkeit durch die darüber stehenden einen hydrostatischen Druck erleiden. Flache Kochgefäße stehen deshalb gegen tiefe entschieden im Vortheil.

Jeder Dampf, er mag bei hoher oder niedriger Temperatur gebildet sein, enthält eine beträchtliche Menge Wärmestoff im gebundenen, d. h. durch das Gefühl nicht bemerkbaren und auf das Thermometer nicht einwirkenden, Zustande, weßhalb die Verdampfung nur dann rasch von Statten geht, wenn fortwährend die zur Dampfbildung verbrauchte Wärme durch neu hinzukommende ersetzt wird.

Nach den genauesten hierüber angestellten Versuchen erfordert kochendes Wasser zu seiner Umwandlung in Wasserdampf eine gleiche Menge Wärme, als es erfordern würde, um, vorausgesetzt es könnte im flüssigen Zustande beharren, eine Erhöhung der Temperatur um 537° zu erfahren. Der Wärmestoff, der sich hierbei mit dem Wasser zu Dampf verbindet, geht in einen chemisch gebundenen Zustand über und verliert, so lange er in diesem gebundenen (latenten) Zustande ist, seine freie Wirkung als Wärme, weshalb denn der Dampf von kochendem Wasser, ungeachtet der in ihm enthaltenen großen Wärmemenge, dennoch nicht im geringsten wärmer ist, als das kochende Wasser, aus dem er sich entwickelte.

Wenn man in einem hinlänglich starken, fest verschlossenen Gefäße eine Portion Wasser so stark erhitzen könnte, daß sie die zu ihrer Verdampfung nöthige Wärmemenge im freien Zustande enthielte, also, wie schon oben erwähnt, auf 637°, und man öffnete plötzlich das Gefäß, so würde sich augenblicklich die ganze Wassermenge in Dampf von 100° verwandeln, und das Gefäß leer zurück lassen. *)

*) Es ist bei diesem, blos zur Erläuterung gegebenen Beispiele angenommen, daß die spezifische Wärme des Wassers bei allen Temperaturen sich gleich bleibe; eine Voraussetzung, welche der Wirklichkeit nicht genau entspricht.

Wird, umgekehrt, Wasserdampf durch Berührung mit kalten Körpern oder auf sonst einem Wege zu flüssigem Wasser verdichtet, so scheidet sich die in ihm enthaltene latente Wärme wieder aus, und geht dabei in den fühlbaren, freien Zustand zurück. Gesetzt, man leitete ein Pfund aus kochendem Wasser entwickelten Wasserdampfes in 5.37 Pfund eiskaltes Wasser, so würde dieses bis zum Kochpunkte erhitzt werden, denn 1 Pfund Dampf gibt bei seiner Verdichtung die 537° latenter Wärme aus, die er enthält, und diese Menge ist im Stande, 1 Pfund Wasser um 537°, oder 5.37 Pfund um 100°, also bis zum Sieden zu erhitzen; oder, mit andern Worten, wenn sich Wasser in einem Kessel befände, und man brauchte eine Stunde dazu, um dasselbe vom eiskalten Zustande zum Kochpunkt zu erhitzen, so würden fernere 5.37 Stunden nöthig sein, um es zu verdampfen, vorausgesetzt, daß der Wärmezufluß durch das Feuer sich unverändert gleich bliebe.

Nach früheren Beobachtungen nahm man an, daß gleiche Gewichtsmengen Dampf von verschiedener Temperatur stets eine gleiche Summe von freier und latenter Wärme enthalte, daß also bei steigender Temperatur, d. h. bei Zunahme der freien Wärme, die latente Wärme sich um eben so viel vermindere. Neuere Beobachtungen von Regnault widersprechen dem. Dieser gibt nach seinen sehr zahlreichen und genauen Versuchen die Formel: $\lambda = 606.5 + 0.305\ T$, in welcher λ die Summe der latenten und der freien Wärme, T die Temperatur in hunderttheiligen Graden über 0 bezeichnet. Ist also die Temperatur 100°, so beträgt die Summe der latenten und der freien Wärme 637°, also die latente Wärme 537°; bei 50° ist die Summe beider = 621.75, die der latenten Wärme = 571.75°; bei 25° ist die Summe = 614.1, die der latenten Wärme = 589.1. Um also Wasser bei der Siedhitze zu verdampfen, würde die erforderliche Wärmemenge etwa um $^1/_{22}$ größer sein, als wenn die Verdampfung bei 25° stattfindet.

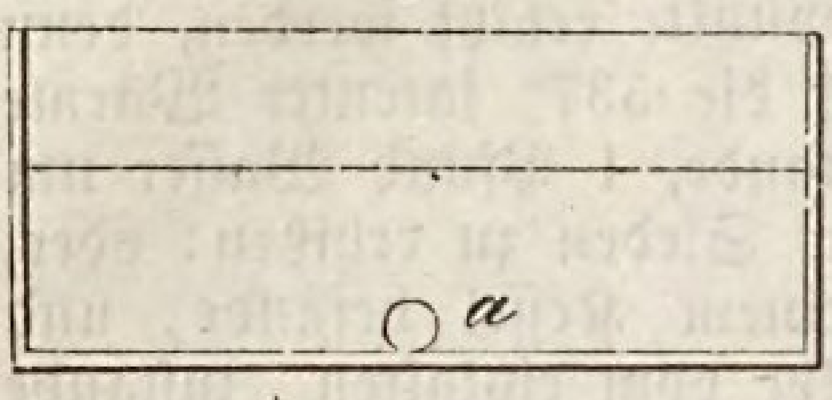
Wir haben bei dem oben beschriebenen Versuche uns ein luftleeres Gefäß mit etwas darin befindlichem Wasser vorgestellt, um die Erscheinungen der Verdampfung zu studiren. Es ist nun noch der in der Wirklichkeit viel häufiger vorkommende Fall der Verdampfung in einem mit Luft gefüllten Raume zu betrachten, da ja die Gegenwart der Luft von Einfluß sein könnte.

Bringen wir also in ein mit Luft gefülltes Gefäß eine kleine Menge Wasser. Es wird hier, wie bei dem obigen Versuch, die Verdampfung beginnen und so lange fortgehen, bis ein Stillstand oder Gleichgewichtszustand zwischen der Tension und dem Dampfdruck eintritt; und untersuchen wir diesen letzteren, so werden wir finden, daß er genau derselbe ist, wie im luftleeren Raume, woraus hervorgeht, daß die Gegenwart der Luft kein Hinderniß der Verdampfung in den Weg legt. Eben so wenig sind andere Gas- oder Dampfarten im Stande, die Verdampfung des Wassers zu hindern; kurz nur der eigene Dampf, nicht fremde Luftarten können die Verdampfung verhindern. Nur auf die Schnelligkeit der Verdampfung äußert die Gegenwart einer fremden Luftart einen bemerklichen Einfluß, indem sie dieselbe verzögert.

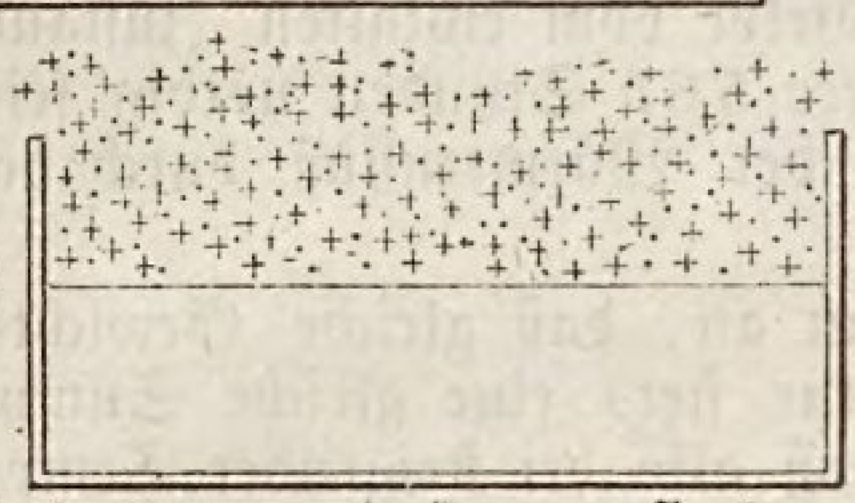
Ganz anders liegt die Sache, wenn wir die Verdampfung durch Kochen bewirken wollen; denn in diesem Falle entsteht der Dampf am Boden des Gefäßes, also inmitten des Wassers, auf dessen Oberfläche der Druck der Luft wirkt. Jede am Boden des Gefäßes entstehende Dampfblase ist hier genöthigt, selbstständig einen Raum auszufüllen, und den Druck der Luft zu überwinden.

Sollte unsern Lesern der Unterschied der Dampfbildung inmitten des Wassers und auf seiner Oberfläche nicht ganz klar erscheinen, so glauben wir durch nebenstehende Skizze ihn anschaulich machen zu können. Fig. 1 sei ein Gefäß mit Wasser, welches kocht. Die über dem Wasser befindliche Atmosphäre drückt auf das Wasser, welches diesen Druck auf die Dampfblase a fortpflanzt, so daß auch diese den ganzen Druck der Atmosphäre, ja außerdem auch noch den Druck der über der Blase befindlichen Wassersäule erleidet. Fig. 2 sei ein eben solches Gefäß, dessen Temperatur aber noch unter dem Siedpunkte sei. Durch die Punkte bezeichnen wir die Theilchen der atmosphärischen Luft; der Dampf mag durch Kreuzchen bezeichnet werden. Die Dampftheilchen können sich nun zwischen jene der Luft gleichsam hineinschieben, ohne die Luft zu verdrängen, sie brauchen mithin auch nicht den Luftdruck zu überwinden, und es wird daher bei jeder, auch der niedrigsten Temperatur die Verdampfung an der Oberfläche vor sich gehen, und die Menge oder Dichtigkeit des Dampfes wird, wie im luftleeren Raume, nur von der Temperatur abhängen. Da nun jenes Hineinschieben, oder die Mischung des Dampfes mit der Luft nur nach und nach erfolgt, so erklärt sich leicht die Verzögerung des Verdampfens durch Gegenwart der Luft. Daß übrigens bei dem kochenden Wasser Fig. 1 zugleich auch eine Verdampfung auf der Oberfläche stattfindet, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Fig. 3 und 4 seien zwei, Wasser enthaltende Gefäße von sehr kleiner Oeffnung; das Wasser in Fig. 3 koche, jenes in Fig. 4 nicht.

1

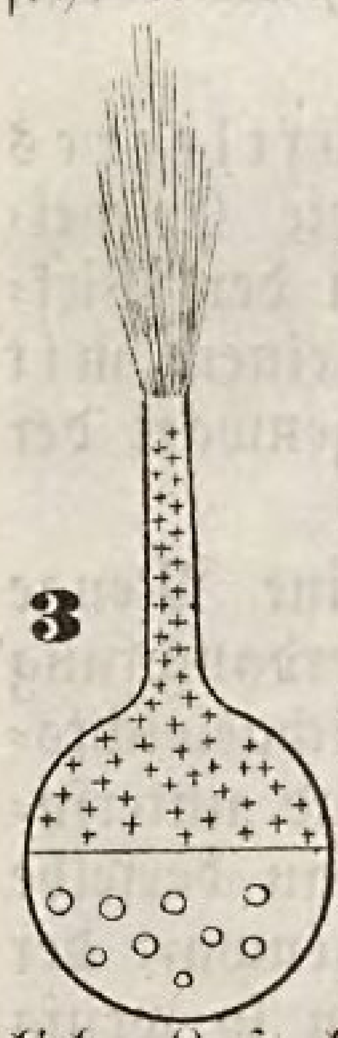


2

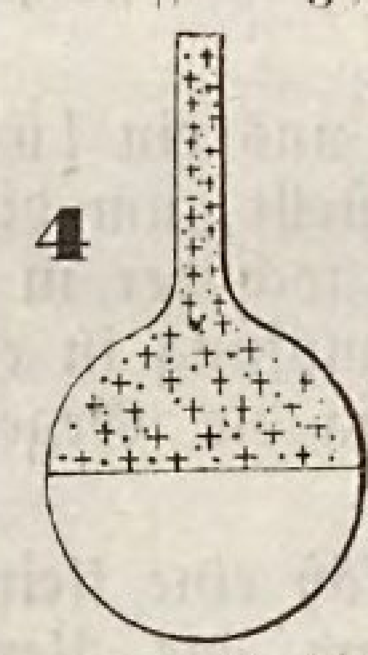


Der Dampf des kochenden Wassers, dessen Spannkraft dem Druck der Atmosphäre gewachsen ist, wird sehr bald, nach Verdrängung der Luft, den ganzen Raum des Gefäßes füllen und sodann in einem fortdauernden Strahle ausströmen, wozu die kleine Oeffnung vollkommen hinreicht. Anders verhält es sich mit dem nicht kochenden Wasser. Der Dampf desselben mischt sich wohl mit der in dem Gefäße befindlichen Luft, vermag aber nicht, dieselbe zu verdrängen, und wenn nach Verlauf einiger Zeit seine Dichtigkeit bis zu dem der obwaltenden Temperatur entsprechenden Grade angewachsen ist, so hört die Verdampfung fast gänzlich auf, und nur in dem Maße, wie sich innerhalb des engen Halses die Dampftheilchen durch die darin befindliche Luft hindurchschieben, ist ein langsames Entweichen des Dampfes möglich.

3



4



Soll demnach eine Flüssigkeit in einem Gefäße mit enger Oeffnung verdampft werden, so muß sie kochen, während in flachen, ganz offenen Gefäßen die Verdampfung schon unter dem Siedpunkt, selbst in der Kälte, recht gut von Statten geht, weil in diesem Falle die über der Oberfläche befindliche, mit Dampf beladene Luft durch die nie fehlenden Bewegungen, Strömungen, rasch hinweggespült und gegen andere, noch nicht mit Dampf beladene Luftschichten ausgewechselt wird.

Die an der Oberfläche der Flüssigkeiten stattfindende Verdampfung pflegt man mit dem Ausdruck „Verdunstung“ zu bezeichnen.

Nach diesen rein theoretischen Betrachtungen ist es nun leicht, die Beförderungsmittel des Abdampfens zu erkennen, nämlich:

1. Soll eine Flüssigkeit **kochend** verdampft werden, so hängt die Schnelligkeit, abgesehen von der Stärke des Feuers, hauptsächlich ab von der Größe der dem Feuer dargebotenen Fläche. Eine enge Oeffnung ist zwar unvortheilhaft, schadet aber nicht bedeutend. Flache Kochgefäße sind besser als tiefe, in welchen der Druck der Flüssigkeit das Kochen erschwert.

2. Soll eine Flüssigkeit **ohne Kochung** verdunsten, so wird die Schnelligkeit befördert a) durch eine möglichst große, der Luft dargebotene Oberfläche, b) durch möglichst raschen Luftwechsel, c) durch möglichste Trockenheit der Luft, d) durch erhöhte Temperatur.

Es gesellt sich zu diesen Beförderungsmitteln der Verdampfung noch ein fünftes, von welchem im Vorhergehenden noch nicht gehandelt wurde, die Anwendung des **luftleeren** Raumes. Da es vorzugsweise der Luftdruck ist, welcher das Kochen bei Temperaturen unter 100° verhindert, so ist klar, daß im luftleeren, ja schon im luftverdünnten Raume das Sieden weit früher eintreten muß. Zwar ergibt sich hieraus nach den eben mitgetheilten Gesetzen keine erhebliche Ersparung an Brennmaterial, wohl aber der Vortheil, daß der geringere Hitzgrad auf verschiedene Flüssigkeiten weniger nachtheilig wirkt als ein höherer. Zudem geht die Verdunstung von der Oberfläche weit rascher von Statten, weil die oben besprochene Verzögerung durch allmähliges Einschieben der Dämpfe in die Luft hinwegfällt. Vorausgesetzt ist dabei, daß durch wirksame Mittel dafür gesorgt werde, daß der entstandene Dampf sich nicht in dem luftleeren Raume ansammeln könne.

Wir werden nun eine gedrängte Uebersicht der verschiedenen Abdampfungsmethoden folgen lassen:

1. **Spontane** (freiwillige) **Verdunstung**, ohne künstliche Erwärmung oder sonstige Hülfsmittel. Die Flüssigkeit wird hier dem freien Zutritt der atmosphärischen Luft dargeboten, und ihre allmälige Verdunstung wird sich nach den im Vorstehenden angegebenen äußeren Einwirkungen richten; also

a) nach der Größe der Oberfläche. Zu diesem Zwecke wendet man große, flache, ganz offene Abdampfgefäße an, die jedoch im Großen auch durch andere Vorrichtungen ersetzt werden können. Es gehört hierher die Gewinnung des Seesalzes in den sogenannten Salzgärten; sowie die Gradirung schwacher Salzsoolen in den Gradirwerken, welche beide in dem Artikel „Kochsalz" näher beschrieben werden. Man sucht hier der Flüssigkeit eine recht große Oberfläche zu ertheilen, indem man sie durch eine Anzahl mittelst Gräben verbundener flacher Teiche langsam zirkuliren, oder bei den Gradirwerken von hohen Dornenwänden tropfenweise herabrieseln läßt.

b) Nach der Raschheit des Luftwechsels. Es würde in dieser Rücksicht fehlerhaft sein, in einem kleinen geschlossenen Zimmer viele Gefäße zum Abdampfen aufzustellen. Bei den Gradirwerken wird die Soole dem Winde sehr wirksam exponirt, besonders wenn diese Wände so angelegt sind, daß sie der vorherrschenden Windrichtung ihre Längenseite darbieten.

c) Nach der Trockenheit der Luft. Wir dürfen, um uns keiner allzuweiten Abschweifung schuldig zu machen, die physikalische Theorie der Verdunstung in Luft von verschiedenen Feuchtigkeitsgraden nicht erörtern, und beschränken uns darauf, den großen Einfluß nur durch ein Beispiel zu veranschaulichen. Gesetzt, es sollte 1 Pfund Wasser bei der Temperatur von 20° C. spontan verdunsten. Befände sich nun die umgebende Luft im vollkommen feuchten Zustande, d. h. enthielte sie die, für die gegebene Temperatur größtmögliche Menge Dampf, so würde gar keine Ver-

dunstung stattfinden. Der Kubikfuß solcher Luft enthält reichlich 8½ Gran Dampf. Angenommen nun, die Verdunstung könnte in vollkommen trokkener Luft vor sich gehen, so würden fast genau 900 Kubikfuß Luft hinreichen, um jenes 1 Pfund Dampf in sich aufzunehmen. Wäre die Luft zur Hälfte mit Dampf gesättigt, ein Zustand, der unter gewöhnlichen Verhältnissen häufig vorkommt, so würden 1800 Kubikfuß erforderlich sein; wäre sie ziemlich feucht, etwa zu ¾ gesättigt, so beträge die erforderliche Menge 3600 Kubikfuß.

d) Nach der Temperatur. Aus den zu Anfang dieses Artikels gegebenen Betrachtungen ergibt sich der Einfluß der Wärme zur Genüge. Wir beschränken uns hier auf die Bemerkung, daß die Dampfmengen, welche ein Kubikfuß Luft bei verschiedenen Temperaturen aufzunehmen vermag, sich nahezu ebenso verhalten, wie die jenen Temperaturen entsprechenden, in der Tabelle gegebenen Spannkräfte des Dampfes. Wählen wir beispielweise die Temperaturen von 10 und von 30° C, so sind die entsprechenden Spannkräfte 9,126 und 31,602 Millimeter. Die zur Verdunstung gleicher Wassermengen erforderlichen Luftvolumina würden sich nahe umgekehrt wie diese Zahlen verhalten, also wie 3,46 : 1, und es würde, abgesehen von andern Einflüssen, welche das Resultat in etwas verändern können, die Verdunstung bei 30° etwa 3½ mal schneller von Statten gehen, als bei 10°.

2. Abdampfung durch künstlich angebrachte Wärme. Schon oben wurde auf den großen Unterschied zwischen kochender und nicht kochender Abdampfung aufmerksam gemacht, und besonders ist es die Construction der Apparate, welche sich nach diesem Unterschiede richten muß.

Betrachten wir zuerst die Abdampfung durch Kochen. Es wurde oben gezeigt, daß es sich in diesem Falle hauptsächlich um die Größe der dem Feuer zugekehrten Wand, dagegen nicht um die Größe der oberen Fläche des Wassers, auch nur wenig um die Größe der Mündung des Gefäßes handelt. Ist es daher wünschenswerth, die gebildeten Dämpfe zu verdichten, so steht dem nichts entgegen, und die Abdampfung gewinnt dadurch den Charakter einer Destillation. (M. s. Destilliren.)

Die Flüssigkeit in ihrem Gefäße kann nun entweder direkt durch das Feuer erhitzt werden, oder indirekt mittelst einer anderen heißen Flüssigkeit, welche als Uebertragungsmittel der Wärme dient (Dampf, Wasser, Salzlösungen, Oel 2c.) Es wird ziemlich allgemein angenommen, und leidet auch vom rein theoretischen Gesichtspunkte aus keinen Zweifel, daß die Metalldicke eines Kessels von großem Einfluß auf die Schnelligkeit ist, mit welcher die auf die Außenseite wirkende Hitze sich der Flüssigkeit mittheilt. Dagegen berichtet Ure von einem vor längerer Zeit von ihm angestellten Versuch, den er mit zwei cylindrischen flachen Kupferkesseln von übrigens ganz gleichen Dimensionen, jedoch sehr verschiedener Metalldicke angestellt habe. Beide wurden mit gleichviel Wasser gefüllt und nebeneinander auf eine heiße Eisenplatte gestellt, oder bis zu einer gewissen Tiefe in eine heiße Lösung von Chlorkalzium gebracht. Ungeachtet nun das Kupfer des einen Kessels 12mal dicker war, als das des anderen, so kochte dennoch die Flüssigkeit in dem dickeren Kessel weit lebhafter, als in dem dünneren, wovon der Grund darin zu liegen schien, daß von unten her durch die starken Seitenwände ein Antheil Wärme der Flüssigkeit seitwärts zugeführt wurde, was bei dem Kessel mit dünnen Wänden nicht in dem Maße geschehen mochte.

Wenn man den Boden und die Seitenwände eines Kessels, den man durch Eintauchen in eine heiße Flüssigkeit, als Kalilauge oder Chlorkalziumlösung, erhitzen will, auf solche Weise mit Runzeln, Furchen oder

Unebenheiten versieht, daß die metallische Oberfläche noch einmal so groß ist, als sie ohne diesen Umstand sein würde, so wird in einer gegebenen Zeit in diesem Kessel auch noch einmal so viel Wasser verdampfen, als in einem eben so großen Kessel mit glattem Boden und Seitenwänden. Bilden die Unebenheiten eine dreifach große Metallfläche, so ist auch die Verdunstung dreifach.

Wenn man dagegen denselben Kessel über Feuer setzt, oder in einen Ofen einmauert, so daß die heiße Feuerluft die Runzeln am Boden und an den Seitenwänden bestreicht, so wird nicht mehr Wasser verdampft, als in einem eben so großen Kessel mit flacher Oberfläche; eine interessante Beobachtung, die Ure bei vielfachen Versuchen mit verschiedenartig gestalteten Kesseln bestätigt haben will. So ließ er unter andern einen zinnernen 10 Zoll im Durchmesser haltenden, 6 Zoll hohen cylindrischen Kessel mit einer vertikalen Scheidewand in der Mitte versehen und dadurch in zwei getrennte gleiche halbcylindrische Theile theilen. Der Boden der einen Hälfte wurde geradflächig gearbeitet, der der anderen dagegen runzlig gebogen. Ueber freiem Feuer entwickelte sich in beiden gleichviel Wasserdampf, tauchte man den Kessel dagegen in heiße Chlorkalziumlösung, so war die Verdampfung in der runzligen Hälfte weit lebhafter. Wenn ein ganz flacher Kessel, oder eine Pfanne von beträchtlich großer Oberfläche durch Feuer, oder eine heiße Flüssigkeit, oder auch durch Dampfröhren auf dem Boden erhitzt wird, so gibt er, wenn man ihn ganz offen läßt, in einer bestimmten Zeit weniger Dampf, als wenn er theilweise bedeckt wird. Die Ursache liegt wohl hauptsächlich darin, daß die kalte, auf der Flüssigkeit ruhende Luft einen Theil des Dampfes verdichtet und niederschlägt, der so der Verdunstung entgeht. Diese scheinbare Anomalie kann jedenfalls nur bei kochender Verdampfung vorkommen.

Beim Verdampfen durch mit Dampf geheizte Oberflächen liefert, wie die Erfahrung lehrt, eine Fläche von 8 bis 9 Quadratfuß in der Minute 1 Pfund Dampf, so wie dieß auch über freiem Feuer der Fall ist. Bei starker Heizung kann die Kesselwand selbst noch kleiner sein. Gewöhnlich rechnet man 10 Quadratfuß Kesselfläche für 1 Pfund Dampf.

Gesetzt, man habe einen Kessel von 5 Fuß Länge, 4 Fuß Breite und 2 Fuß Tiefe, und es befänden sich nahe über dem Boden 8 Dampfröhren, die unter einander in Verbindung ständen, und deren jede 4 Zoll Durchmesser und 5 Fuß Länge, also 5 Quadratfuß Oberfläche hätte; durch diese Gesammtfläche von $5 \times 8 = 40$ Quadratfuß würden also 4 Pfund Wasser in der Minute verdampft werden. Der Dampfkessel, der den für die Röhren nöthigen Dampf erzeugte, müßte also auch, vorausgesetzt, daß kein anderweiter Wärmeverlust stattfände, 40 Quadratfuß dem Feuer darbieten.

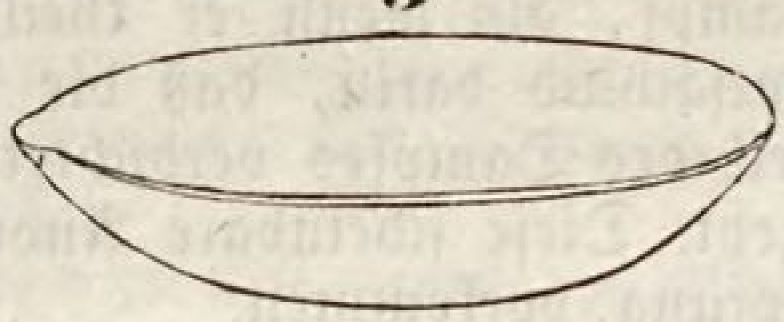
Die Erfahrung hat nun gelehrt, daß 10 Quadratfuß dünnes Kupfer 3 Pfund Dampf in einer Minute zu kondensiren vermögen, wenn zwischen den Temperaturen an beiden Seiten des Kupfers eine Differenz von 50° C. Statt findet. Nach der oben angeführten Erfahrung, wonach 10 Quadratfuß Fläche 1 Pfund Wasser in der Minute verdunsten, und das verdunstende Wasser 100° heiß ist, wird also die Temperatur-Differenz zu beiden Seiten der Gefäßwand (nach der Proportion $3 : 1 = 50 : 16^2/_3$) $16^2/_3$° C betragen. Wenn nun das Wasser durch die Dampfröhren im Kochen, also auf 100° gehalten werden, und in der Minute auf 10 Quadratfuß 1 Pfund Dampf liefern soll, so muß der Dampf innerhalb der Röhre wenigstens $100 + 16^2/_3 = 116^2/_3$° heiß sein, welches einem Druck von 48 Par. Zoll Quecksilberhöhe entspricht. Wäre die Temperatur des Dampfes 108°, so betrüge die Differenz nur 8° und man müßte, um

denselben Effect zu erlangen, die Oberfläche der Dampfröhren doppelt so groß machen, als vorhin.

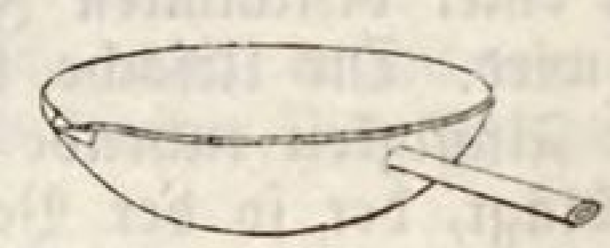
Abdampfung in der Wärme ohne Kochen. Da die Menge der gebildeten Dämpfe von der Menge der zugeführten Wärme abhängt, so gelten hinsichtlich der Gefäßwände und der Wärmezuführung dieselben Grundsätze und Erfahrungen, von welchen so eben gehandelt wurde. Da aber angenommen ist, daß die Flüssigkeit nicht den Siedpunkt erreiche, die Dämpfe also auch nicht den äußeren Luftdruck überwinden können, so hängt die Schnelligkeit der Dampfbildung zugleich ab von der Größe der dem Luftzutritt dargebotenen Oberfläche. Man wendet daher flache offene Gefäße an. Durch beständiges Rühren läßt sich die Verdampfung sehr beschleunigen, theils weil dadurch die Oberfläche der Flüssigkeit vergrößert wird, theils weil stets neue, durch Verdunstung noch nicht abgekühlte, also heißere Schichten der Flüssigkeit an die Oberfläche gelangen, theils endlich weil auch dadurch der Luftwechsel verstärkt wird.

Im Kleinen, bei chemischen und pharmaceutischen Präparaten kommt diese Art der Abdampfung häufig war; im Großen seltener. Man bedient sich dazu der Abdampfschalen, die von Porzellan oder Sanitätsgut, auch von Metallen, als Zinn, verzinntem Kupfer, Platin und anderen genommen werden. Die so sehr gebräuchlichen Abdampfschalen von Porzellan haben gewöhnlich die in beistehenden Figuren 5, 6, 7, 8, 9 ver-

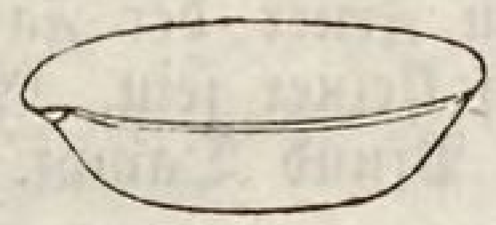
5



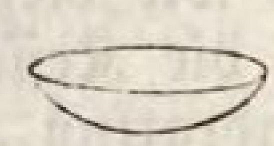
6



7



8



9



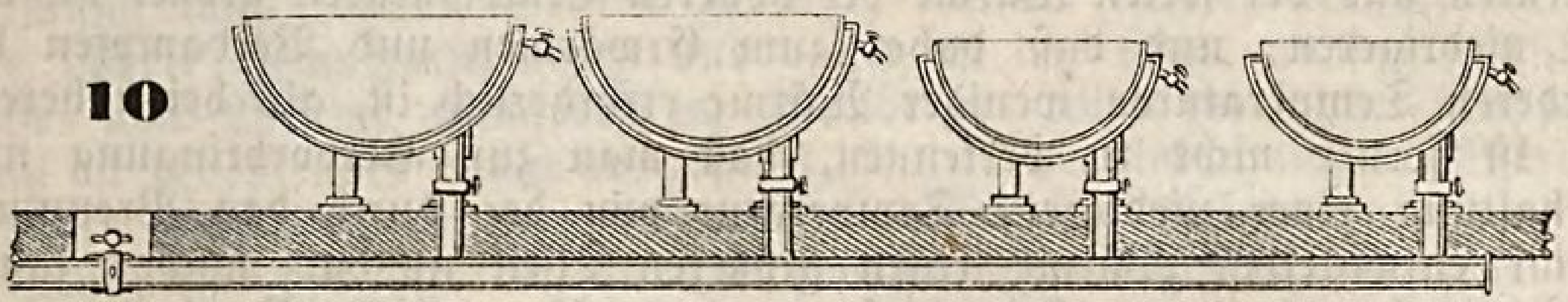
anschaulichten Formen, und werden in sehr verschiedenen Größen, von wenigen Zollen bis zu 2 Fuß und darüber angefertigt. Ausgezeichnet sowohl in Betreff der Masse als des niedrigen Preises sind die irdenen Geräthe von Ernst March in Charlottenburg. Die aus Thon und Chausséestaub (Granitpulver) gebildete bräunliche Masse ist hartgebrannt und durch den Feldspathgehalt des Granits in einen halbverglaseten Zustand übergegangen, völlig wasserdicht und wird auch von den stärksten Säuren nicht angegriffen. Die Fabrik liefert solche chemische Gefäße in jeder gewünschten Form und von ungewöhnlicher Größe. Es werden Kübel, Abdampfschalen, Trichter, Kannen, Retorten, Kolben, Röhren und andere Apparate geliefert. Als Beispiel von dem niedrigen Preise führen wir an, daß Chlorentwicklungs-Apparate von fast 3 Fuß Höhe und 2 Fuß Durchmesser zwischen 7 und 9 Thaler kosten. Abdampfschalen von 9 Zoll Durchmesser kosten glasirt 5 Sgr., unglasirt 4 Sgr.; ebenso von 27 Zoll Durchmesser glasirt 2 Thlr. 17 $\frac{1}{2}$ Sgr.; unglasirt 2 Thlr. 5 Sgr. Diese Gefäße können selbst über freiem Feuer erhitzt werden, ohne zu springen, und ersetzen, mit Ausnahme der Farbe, die kostspieligen Porzellangeräthe einigermaßen. Nur sie sind der rauhen Oberfläche wegen bei feineren Arbeiten unbrauchbar.

Um bei solchen Abdampfungen, die die Siedhitze nicht erreichen sollen, die Erwärmung zu bewirken, bedient man sich am besten eines Wasser- (Marien-) Bades. Die Abdampfschale wird zu dem Ende in ein anderes

mit Wasser gefülltes Gefäß gesetzt, und dieses durch Feuer oder auf beliebige andere Art erhitzt. Selbst wenn das Wasser des Bades kocht, bleibt jenes in der Abdampfschale noch einige Grade unter der Siedhitze. Wesentliche Bedingung ist, daß der von dem Wasserbade sich erhebende Dampf durch ein Rohr abgeleitet werde, um nicht die Verdunstung zu stören.

Zum Abdampfen chemischer und pharmaceutischer Präparate bedient man sich, wo ein Dampfkessel zur Disposition steht, mit größter Bequemlichkeit eines Dampfbades, und kann, nach Erforderniß mehrere dergleichen mit einer und derselben Dampfröhre verbinden. Fig. 10 zeigt eine solche Einrichtung, die einer Erläuterung nicht bedarf.

10



Die Wichtigkeit ununterbrochnen Rührens ist besonders beim Eindampfen von Extrakten und anderen pharmaceutischen Präparaten nicht genug zu beherzigen, und man wendet daher in pharmaceutischen Laboratorien mit großem Vortheil einen eigenen mechanischen Rührapparat an, aus einer Spatel bestehend, welche durch ein Uhrwerk in stets hin- und hergehender Bewegung gehalten wird. Eine nähere Beschreibung und Abbildung dieser Rührvorrichtung findet man in Mohrs „pharmaceutischer Technik.“

Bei Abdampfungen im Großen wird häufig die kochende Verdampfung mit der Oberflächenverdunstung vereinigt; da jedoch der durch das Sieden erzeugte Dampf die Oberfläche der Flüssigkeit bedeckt, und der Luft nur wenig, oder keinen Zutritt gestattet, so wird die Oberflächenverdunstung größtentheils gehemmt, ja es kann sogar, wie eben gezeigt wurde, der Zutritt der kalten Luft nachtheilig wirken. Fälle der kombinirten Koch- und Oberflächenverdampfung kommen in späteren Artikel vor; m. s. „Kochsalz“ und „Zucker“, auf welche wir daher auch in Betreff der Abbildungen verweisen. Besonders bei dem Abdampfen des geklärten Runkelrübensaftes zum Zweck der Zuckergewinnung ist diese Operation wegen der außerordentlichen Menge des zu verdampfenden Wassers von größter Wichtigkeit, weshalb denn auch an den hierzu dienenden Apparaten vielfach gekünstelt ist.

Eine eigenthümliche Abdampfungsart ist in vielen Alaun- und Sodafabriken üblich. Die Abdampfgefäße bilden hier den Herd großer niedriger Flammöfen, so daß die Flamme und der heiße Luftstrom direkt über der Oberfläche der Flüssigkeit hinziehen. Eine Erhitzung von unten findet dabei nicht Statt und darf nicht Statt finden. Hinsichtlich des Näheren und erläuternder Abbildungen verweisen wir auf die Artikel „Alaun“ und „Soda“.

Abdampfung im luftleeren Raum. Diese höchst interessante Anwendung der Physik auf die Technik hat sich von ihrer schon früher gebräuchlichen Anwendung im Kleinen durch Howards folgenreiche Einführung in die Zuckerfabrikation auch im Großen Bahn gebrochen. Sie beruht auf der bereits im Vorhergehenden erörterten Thatsache, daß im luftleeren oder luftverdünnten Raum des geringeren Luftdruckes wegen jede Kochung weit leichter, d. h. bei niedrigerer Temperatur vor sich geht, als bei dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre. Aus der oben gegebenen Tabelle über die Spannkraft des Dampfes bei verschiedenen Tem-

peraturen ergibt sich das Nähere. Ist z. B. der Luftdruck auf die Hälfte, also auf 380 Millimeter herabgebracht, so liegt der Siedpunkt des Wassers bei 81 $^3/_4$°; wäre der Luftdruck auf $^1/_4$, oder 190 Millimeter herabgebracht, so läge der Siedpunkt bei 65 $^1/_2$°; bei $^1/_8$ des gewöhnlichen Luftdrucks ist der Siedpunkt bei etwa 51°, u. s. w. — Der Zweck des Abdampfens im Vacuum besteht darin, eine kochende, also schnelle Verdampfung zu bewirken, ohne die Flüssigkeit einer hohen Temperatur auszusetzen, durch welche sie eine Entmischung erleiden könnte. Man wendet daher diese Abdampfungsart nur zum Schutz leicht zersetzbarer Flüssigkeiten an; nicht, wie dieß auf den ersten Anblick erscheinen könnte, zur Ersparung an Brennstoff. Zwar ist oben gezeigt worden, daß die Summe der latenten und der freien Wärme bei höheren Temperaturen größer ist, als bei niedrigeren, und daß daher zum Erwärmen und Verdampfen bei niederen Temperaturen weniger Wärme erforderlich ist, als bei höheren; es ist ferner nicht zu verkennen, daß man zur Hervorbringung und Erhaltung einer niedrigern Temperatur von der durch das Brennmaterial entwickelten Wärme einen größeren Theil nutzbar machen kann, als bei einer hohen; allein dieser geringe ökonomische Vortheil würde schwerlich die Kosten und Weitläufigkeiten der Vacuum-Apparate ausgleichen.

Zur Hervorbringung des luftleeren Raumes dient im Kleinen die Luftpumpe; im Großen entweder dieselbe, oder der durch Verdichtung von Wasserdampf in einem luftdicht verschlossenen Behälter gebildete luftleere Raum. Die Abdampfung selbst geschieht natürlich in einem geschlossenen Kessel, welcher mit einer zur Verdichtung der Dämpfe dienenden Kühlvorrichtung kommunizirt. Die ausführliche Beschreibung dieser Vacuum-Pfannen folgt in dem Artikel „Zucker," auf welchen wir daher verweisen.

Abkühlung von Flüssigkeiten. — Nicht nur der Zweck der Zeitersparung, sondern auch die Absicht, Flüssigkeiten, welche durch längeres Verweilen an der Luft im warmen Zustande nachtheilige Zersetzungen erleiden, davor zu schützen, hat schon vielfältige hierauf berechnete Vorrichtungen ins Leben gerufen, welche sämmtlich darauf hinauskommen, die heiße Flüssigkeit mit durch kaltes Wasser gekühlten Metallflächen in Berührung zu bringen, wobei denn eine Hauptaufgabe darin besteht, mit möglichst wenig kaltem Wasser einen möglichst großen Effekt zu erlangen, d. h. möglichst viel Flüssigkeit in der kürzesten Zeit hinlänglich abzukühlen. Es sind vorzugsweise die Bierbrauerei und die Branntweinbrennerei, welche solcher Vorrichtungen bedürfen, um die Würze oder Maische auf die der Gährung angemessene Temperatur abzukühlen.

Bestände die Aufgabe allemal nur darin, die Kühlung einer vollkommen klaren Flüssigkeit zu bewirken, so wäre der Zweck leicht zu erreichen, indem man die Flüssigkeit durch lange mit kaltem Wasser umgebene Röhren fließen ließe. Bei der Brauerei aber ist die Schwierigkeit, solche Röhrenleitungen von den aus der Würze sich absetzenden hefigen Theilen zu reinigen, welche, falls sie nicht baldigst entfernt werden, der Säuerung unterliegen und von sehr nachtheiligem Einflusse werden, der Hauptgrund, weßhalb solche Kühlvorrichtungen selten Anwendung finden, und der uralten Methode des Kühlens in Kühlschiffen den Vorrang noch nicht haben streitig machen können. Die Reinigung langer, enger, röhrenförmiger Gefäße, besonders wenn sie gekrümmt sind, hat seine großen Schwierigkeiten. Am schnellsten und sichersten noch wird dieser Zweck erreicht, indem man einen sehr kräftigen Dampfstrom hindurchtreibt, während die Röhre äußerlich nicht gekühlt wird. Größere Brauereien, welche zum Zweck mechanischer Vorrichtungen eine Dampfmaschine, also auch

einen Dampfkessel besitzen, können, wenn nicht andere Gründe, z. B. die Konzentration der Würze durch Verdunstung dem entgegen stehen, sich mit Vortheil der röhrenförmigen Kühlvorrichtungen bedienen.

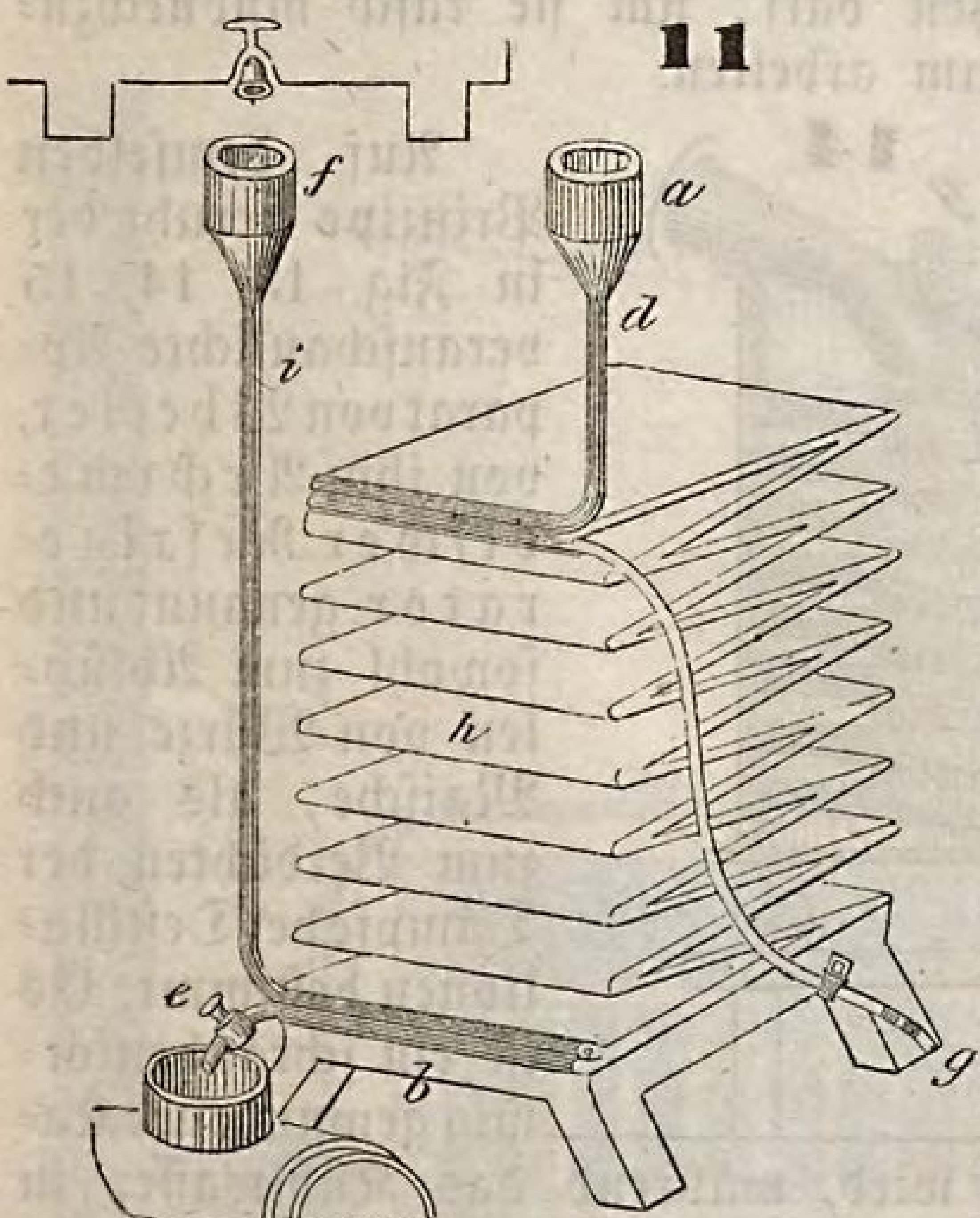
Das Prinzip, auf welchem die meisten der hierher gehörigen Apparate beruhen, besteht darin, die Röhre, durch welche die Flüssigkeit fließt, mit einem Gefäße zu umgeben, durch welches ein Strom kalten Wassers in entgegengesetzter Richtung sich fortbewegt. Es ergibt sich daraus der Vortheil, daß die Flüssigkeit während der allmäligen Abkühlung in immer kältere Regionen des Apparates gelangt, und zuletzt fast ganz bis zur Temperatur des Kühlwassers abgekühlt den Apparat verläßt, während umgekehrt das Kühlwasser bei seiner Fortbewegung und allmäligen Erwärmung nach solchen Stellen gelangt, wo die einfließende Flüssigkeit eine höhere Temperatur besitzt und daher an das schon erwärmte Kühlwasser noch Wärme abzugeben im Stande ist. Wird ein solcher Doppelkanal in bedeutender Länge ausgeführt, so daß der Uebergang der Wärme von der Flüssigkeit an das Kühlwasser vollständig erfolgen kann, so ist die Quantität des erforderlichen Kühlwassers kaum größer, als jene der zu kühlenden Flüssigkeit.

Da die Abkühlung offenbar um so rascher erfolgt, je größer die Oberfläche des Kanals ist im Verhältniß zu seinem Inhalte, so sieht man leicht, daß unter allen Formen jene einer cylindrischen Röhre die am wenigsten zweckdienliche ist, weil ein hohler Cylinder für einen gegebenen Inhalt die kleinste Oberfläche besitzt. Wirksamer ist daher ein flaches breites Rohr.

Ein wesentlicher Uebelstand solcher Röhrenapparate, wenn man zum Kühlen auf die Anwendung von hartem kalkhaltigen Brunnenwasser angewiesen ist, liegt in dem Umstande, daß sich aus solchem Wasser beim Erhitzen gern ein steinartiger Absatz (Kesselstein) ablagert, welcher nach längerem Gebrauch den engen Kanal verstopft, und natürlich nicht fortgeschafft werden kann.

Unter günstigen Umständen können inzwischen dergleichen künstliche Kühlvorrichtungen recht nützliche Anwendung finden; wir lassen daher die Beschreibung einiger derselben folgen.

11

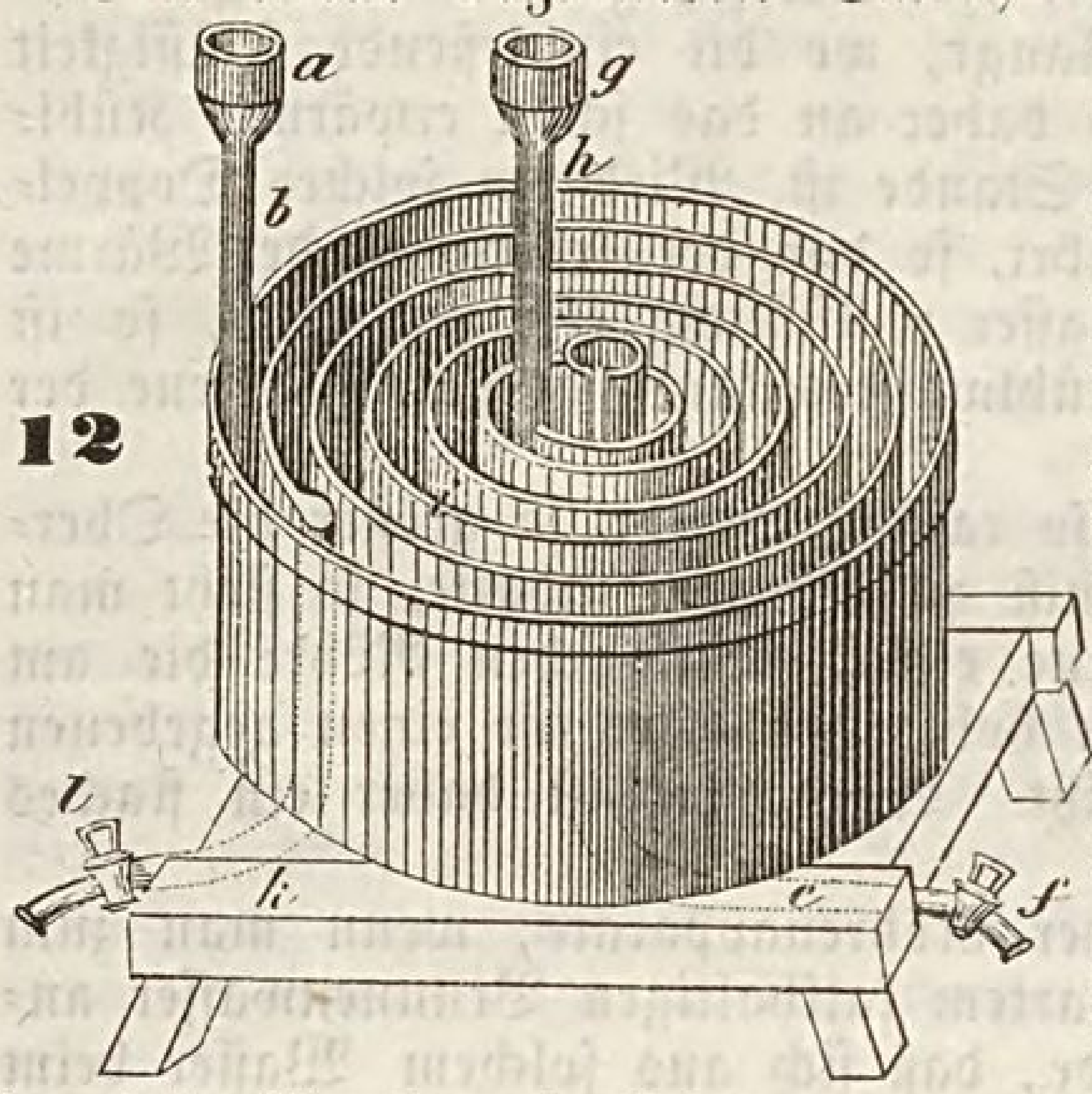


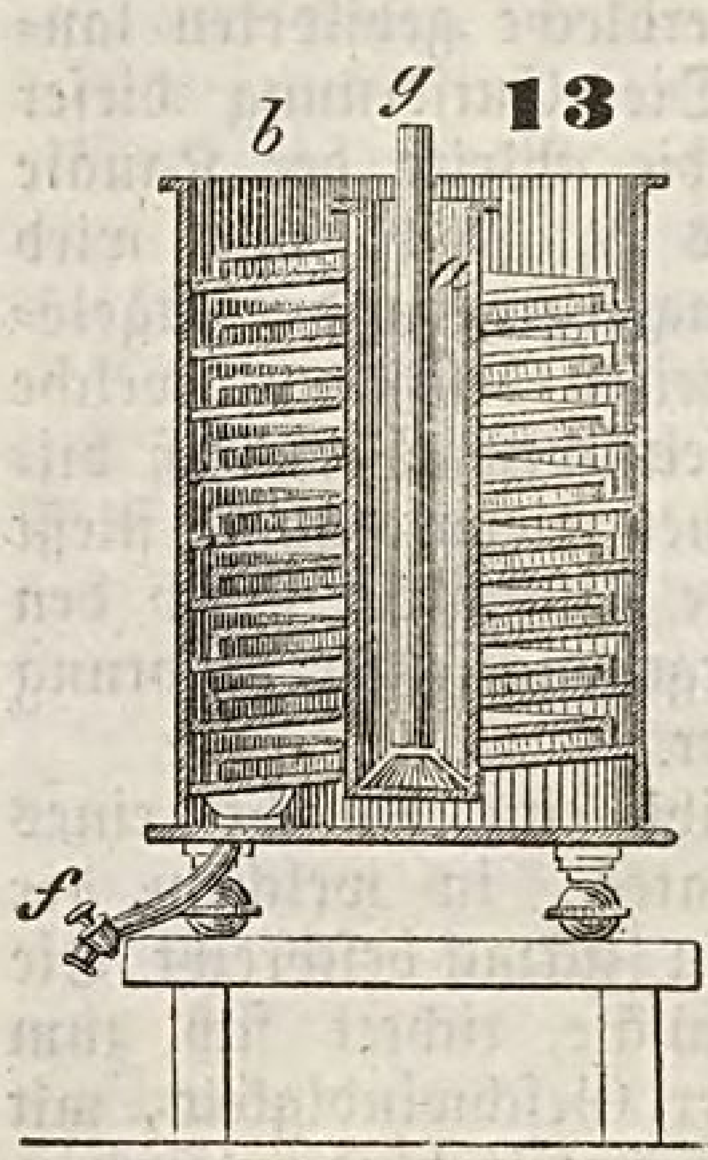
Der Yandall'sche Apparat besteht in einem zweifachen, durch drei parallele Kupferbleche gebildeten langen Kanal. Die Entfernung dieser Bleche, also die Weite der Kanäle beträgt $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Zoll, und wird durch zwischengelegte und festgelöthete Kupferstreifen bestimmt, welche zugleich den seitlichen Verschluß bilden. Durch einen dieser Kanäle fließt die zu kühlende Flüssigkeit, durch den andern in entgegengesetzter Richtung das Kühlwasser.

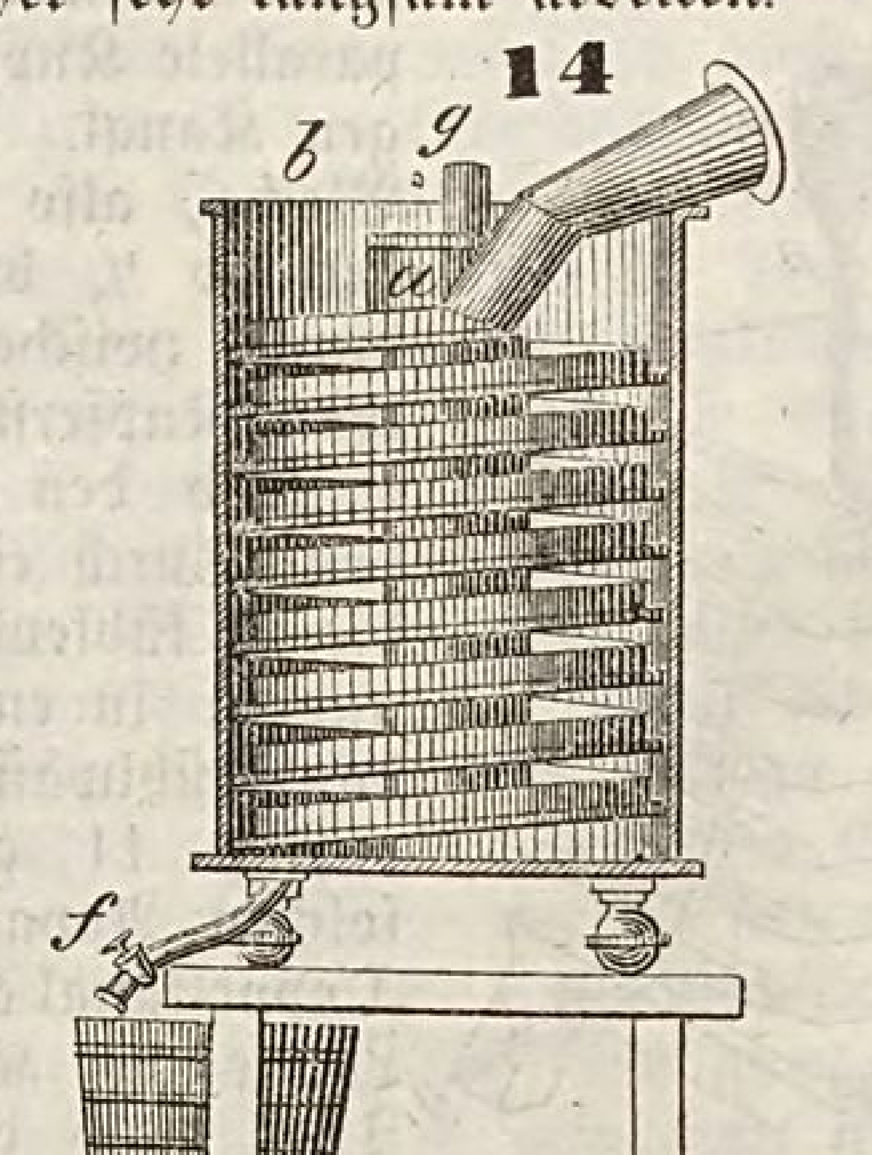
Fig. 11 gibt eine Ansicht eines solchen Apparates, in welchem der Doppelkanal ein Zickzack beschreibt. Die Länge der Kanäle richtet sich zum Theil nach der Geschwindigkeit, mit welcher die Flüssigkeit hindurchströmt, zum Theil nach der Weite der Kanäle. Beträgt diese nur $\frac{1}{8}$ Zoll, so reicht eine Länge des Doppelkanals von 80 Fuß hin; sind dagegen die Kanäle $\frac{1}{4}$ Zoll weit, so soll zur vollständigen Kühlung die

Länge 160 Fuß betragen; vorausgesetzt, daß in beiden Fällen die Flüssigkeiten durch einen einigermaßen beträchtlichen hydrostatischen Druck rasch durch den Apparat hindurch getrieben werden. Bewegen sie sich nur langsam, so genügt eine geringere Länge. Die Breite der Kanäle richtet sich nach der Menge der Flüssigkeit, die in einer gegebenen Zeit gekühlt werden soll. Bei der in Fig. 11 dargestellten Kühlvorrichtung tritt die heiße Flüssigkeit durch den Trichter a und die Röhre d in den zickzackförmigen Kanal h, und fließt durch die Röhre b und den Hahn e ab, während das Kühlwasser durch den Trichter f und die Röhre i ein- und durch das Rohr g abläuft.

Eine etwas abgeänderte Einrichtung hat der in Fig. 12 abgebildete Apparat. Dieser besteht aus einem spiralförmig gewundenen einfachen Kanale, durch welchen man entweder das Kühlwasser oder die zu kühlende Flüssigkeit fließen läßt; während der spiralförmige Zwischenraum zwischen den Windungen den zweiten Kanal abgibt. Läßt man z. B. das Kühlwasser durch den Trichter g und die Röhre h einfließen, so gelangt es in den Kanal i, zirkulirt durch diesen, und läuft aus der mit dem Hahn l versehenen Röhre k ab. Die zu kühlende Flüssigkeit würde durch den Trichter a und die Röhre b einzulassen sein, wodurch sie in den spiralförmigen Zwischenraum und durch diesen allmälig bis in den mittelsten Raum gelangte, der aus einem seitwärts aufgeschlitzten Cylinder besteht, und endlich durch die Röhre e und den Hahn f ausflöße. Man würde eine Abänderung dahin treffen können, daß auch der Kanal i oben offen bliebe, um alle Theile des Apparats bequem reinigen zu können. Solche offene Kanäle sind aber mit dem Nachtheile verknüpft, daß man die Flüssigkeiten keinem Druck aussetzen darf, um sie rasch hindurchzutreiben, und daß sie daher sehr langsam arbeiten.

12






Auf demselben Prinzipe beruht der in Fig. 13, 14, 15 veranschaulichte Apparat von Wheeler, von ihm Archimedischer Refrigerator genannt und sowohl zum Abkühlen von Würze und Maische, als auch zum Verdichten der Dämpfe bei Destillationen bestimmt. Es ist ein schraubenförmig gewundener Kanal, durch welchen die Würze gelassen wird, während das Kühlwasser in entgegengesetzter Richtung sich in den Zwischenräumen der Schraubengänge fortbewegt.

15

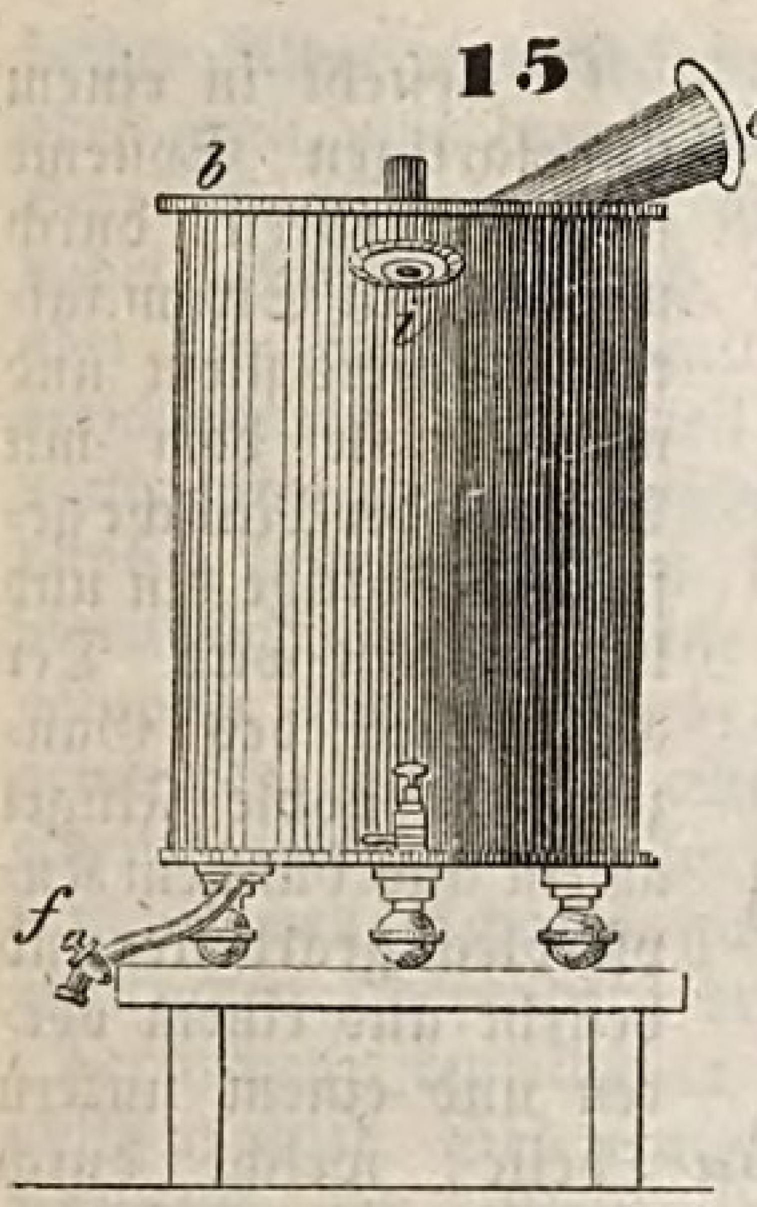
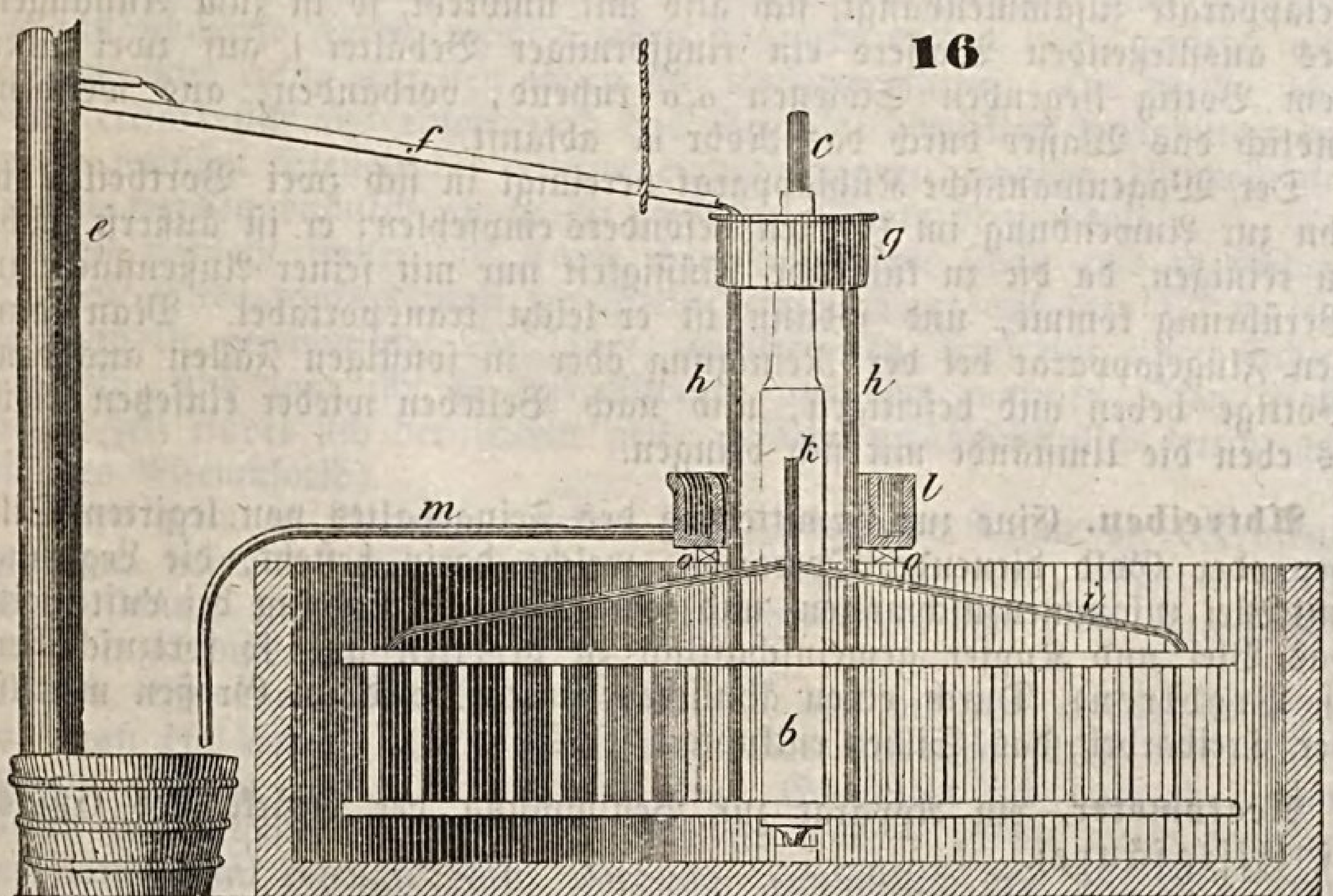
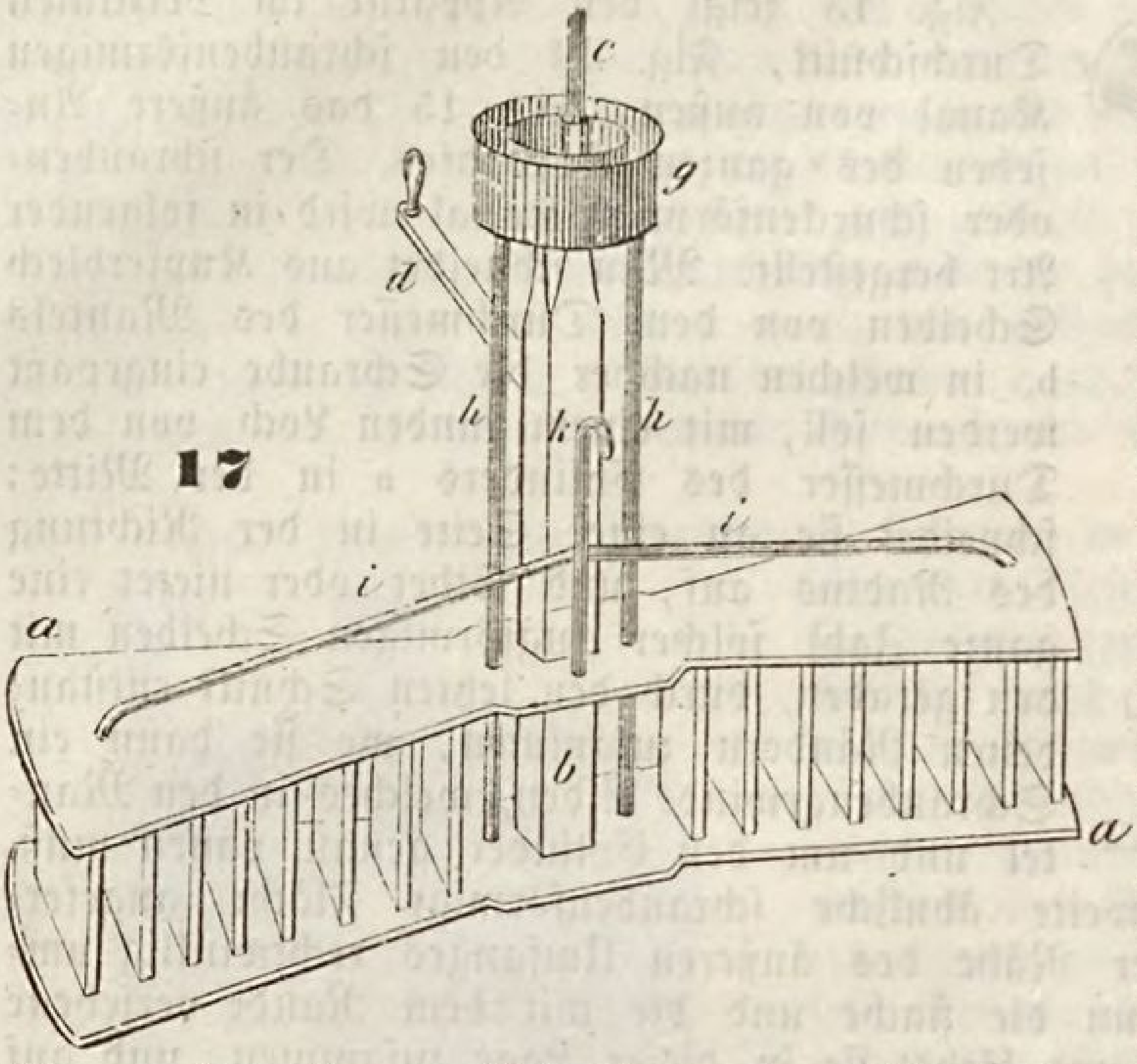


Fig. 13 zeigt den Apparat im vertikalen Durchschnitt, Fig. 14 den schraubenförmigen Kanal von außen, Fig. 15 das äußere Ansehen des ganzen Apparates. Der schrauben- oder schneckenförmige Kanal wird in folgender Art hergestellt. Man schneidet aus Kupferblech Scheiben von dem Durchmesser des Mantels b, in welchen nachher die Schraube eingepaßt werden soll, mit einem runden Loch von dem Durchmesser des Cylinders a in der Mitte; schneidet sie an einer Seite in der Richtung des Radius auf, und löthet oder nietet eine ganze Zahl solcher ringförmigen Scheiben mit den geraden, durch den letzten Schnitt entstandenen Rändern zusammen, wo sie dann ein Schraubengewinde bilden, welches in den Mantel und um den Cylinder genau passen muß. Hierauf wird eine zweite ähnliche schraubenförmige Fläche angefertigt, diese aber in der Nähe des äußeren Umfanges rechtwinklig umgebogen. Legt man nun die flache und die mit dem Rande versehene Schnecke aufeinander, und löthet sie in dieser Lage zusammen, und auf den mittleren Cylinder a, welches allerdings seine großen Schwierigkeiten darbieten dürfte, so entsteht der bezweckte schneckenförmige Gang, welcher in den Mantel b eingehoben, jedoch nicht darin befestigt wird. Durch ein weites Rohr e gelangt die Würze in den Schraubenkanal und fließt bei f ab. Zum Einführen des Kühlwassers dient das am unteren Ende sich trichterförmig erweiternde Rohr g. Der Abfluß, nachdem es in dem schraubenförmigen Zwischenraume aufwärts gestiegen ist, erfolgt durch die Oeffnung i.

Sehr zweckmäßig und durch vielfache Anwendung im Großen erprobt, ist der Kühlapparat von Wagenmann, besonders zum Kühlen der Maische in Brennereien bestimmt. Fig 16 zeigt denselben im vertikalen Durchschnitt; Fig. 17 ist eine Ansicht des Flügels.

16





Er besteht in einem flügelartigen Systeme flacher Röhren, durch welches ein Strom kalten, Wassers fließt und welches in dem mit Würze oder Maische gefüllten Bottige hin und her gedreht wird. Der Haupttheil des Ganzen, der hohle Flügel aa, ist aus dünnem Kupferblech gearbeitet und besteht aus einem oberen und einem untern Theile, welche durch eine Anzahl (16) flacher aber breiter Röhren oder Kanäle mit einander in Verbindung stehen. Wegen der flachen Gestaltung der Flügel sowohl wie der Zwischenröhren, erleidet der Apparat beim Drehen in der Flüssigkeit keinen bedeutenden Widerstand. Die Flügel sitzen an einer vertikalen Welle b, welche unten in einer Pfanne, in der Mitte des Bodens ruht, oben aber mit dem Zapfen c in einem Lager sich dreht, welches an einem Balken über dem Apparate befestigt ist. Vermittelst des Armes d kann die Welle mit dem daransitzenden Flügel hin und her gedreht werden. Das aus der Pumpe e zufließende kalte Wasser gelangt durch eine Rinne f in den ringförmigen Einguß g, worauf es durch die beiden vertikalen Röhren h in den untersten Theil der Flügel herabfließt, von hier aus durch die flachen Zwischenröhren in den oberen Theil des Flügels gelangt, von diesem durch die Röhren ii aufsteigt und endlich aus dem Rohre k ausfließt. Da dieses Rohr mit dem Flügelapparate zusammenhängt, sich also mit umdreht, so ist zum Auffangen des ausfließenden Wassers ein ringförmiger Behälter l, auf zwei über dem Bottig liegenden Schienen o,o ruhend, vorhanden, aus welchem endlich das Wasser durch das Rohr m abläuft.

Der Wagenmannsche Kühlapparat vereinigt in sich zwei Vortheile, die ihn zur Anwendung im Großen besonders empfehlen; er ist äußerst leicht zu reinigen, da die zu kühlende Flüssigkeit nur mit seiner Außenfläche in Berührung kommt, und sodann ist er leicht transportabel. Man kann den Flügelapparat bei der Reinigung oder in sonstigen Fällen aus dem Bottige heben und beseitigen, und nach Belieben wieder einsetzen, wie es eben die Umstände mit sich bringen.

Abtreiben. Eine zur Ermittelung des Feingehaltes von legirtem Silber oder Gold dienende Operation, welche darin besteht, die Legirung mit Blei zusammenzuschmelzen, und sodann durch Glühung bei Luftzutritt das Blei und Kupfer gemeinschaftlich zu orydiren und so fortzuschaffen (s. Probiren). Durch einen ähnlichen Proceß wird im Großen mittelst der Treibarbeit das Silber entkupfert (s. Silber).

Acetometer, ein Apparat zur Bestimmung der Stärke des Essigs. (s. Essigsäure).

Achat. Dieser gewöhnlich zu den Halbedelsteinen gerechnete Mineral-

körper bildet eine Abänderung des Quarzes, die, wenn einfarbig und weiß oder grau, mit dem Namen Chalcedon, wenn mehrfarbig, mit dem Namen Achat belegt wird. Er ist halbdurchsichtig, von unvollkommen muschligem, dabei splittrigem Bruch, gewöhnlich in getropften, nierenförmigen Massen, oder als Ausfüllungsmittel im Mandelstein und andern Gesteinen. Den verschiedenen, zum Theil sehr lebhaften und gefälligen Farbenzeichnungen nach wird er mit verschiedenen Benennungen, als: Wolken-, Festungs-, Land-, Moos-Achat u. dgl. belegt. Befinden sich in einer hellen, einfarbigen Grundmasse kleine ästige oder baumförmige Zeichnungen von brauner oder schwarzer Farbe (Dendriten), so wird das Ganze Moccha stein genannt; findet sich eine milchweiße Schicht in scharfer Abgrenzung auf einer dunkelfarbigen, so führt das Ganze den Namen Onyx. Als Hauptfundort des Achates galt früher die Gegend von Oberstein im Zweibrückischen, besonders der Galgenberg bei Idar, und der Weiselberg bei Oberkirchen, woselbst er im Mandelstein vorkommt, und fabrikmäßig geschliffen wird. Seit einigen Jahren aber kommt viel Achat aus Brasilien, eigentlich von Montevideo, woselbst er in einem Nebenflusse des Rio de la Plata vorkommen soll, nach Europa, welcher in Gefälligkeit und Lebhaftigkeit der Farben den Zweibrücker Achat weit übertrifft, und daher jetzt auch in den Obersteiner Schleifereien vorzugsweise verarbeitet wird. Dieser amerikanische Achat ist sehr oft von fleischrother Farbe, steht also dem eigentlichen Carneol sehr nahe; auch dunkelbraune Färbungen mit weißen oder anders gefärbten Marmorirungen sind nicht selten.

Schon die Alten scheinen die Kunst gekannt zu haben, den Chalcedon und Achat durch Kochen mit Honig zu färben, eine Procedur, die auch in den Obersteiner Achatschleifereien häufige Anwendung findet. Die Steine werden, nachdem sie gewaschen und wieder getrocknet sind, in mit Wasser verdünnten Honig gelegt, und dann das Ganze auf den warmen Ofen gestellt, aber nicht gekocht. Unter beständigem Ersatz des Verdampfenden bleibt das Gefäß so bis 3 Wochen stehen, dann werden die Steine gewaschen und in Vitriolöl gelegt, und, je nachdem die Färbung vorschreitet, einige Stunden bis zu 24 Stunden darin gelassen. Dann wird wieder gewaschen, getrocknet, die Steine geschliffen und einen Tag in Oel gelegt. Durch dieses Verfahren erhalten die lichtgrauen Streifen eine dunklere, oft fast schwarze Farbe, weiße Stellen dagegen werden heller gefärbt, und auch manche rothe Streifen sollen sich lebhafter färben. Die dunkle Färbung erklärt sich aus einer durch das Vitriolöl bewirkten Verkohlung des in die porösen Stellen der Steine eingedrungenen Honigs. Unscheinbare Steine werden dadurch oft in die schönsten Onyxe verwandelt.

Man versteht ferner die Kunst, den Chalcedon schön gelb zu färben. Zu dem Ende trocknet man die Steine einige Tage auf dem Ofen, legt sie dann in gewöhnliche Salzsäure, verkittet den Topf mit einer Schieferplatte, und läßt ihn so drei Wochen auf dem warmen Ofen. Nach dieser Zeit findet sich der Stein gelb gefärbt (wahrscheinlich durch gebildetes Eisenchlorid).

Durch gelindes Brennen werden die Farben der Achate oft bedeutend gehoben, besonders die gelblichen färben sich schön roth, offenbar durch Umwandlung des Eisenoxydhydrates in Eisenoxyd. Auf diese Art erhält man die schönsten Carneole.

Auch eine angenehme blaue Farbe soll auf die Art erzeugt werden, daß man die Steine in eine Auflösung eines Eisenoxydsalzes, und später in eine Lösung von Blutlaugensalz legt. Es bildet sich dadurch in den Poren des Steines Berlinerblau. Weniger haltbar ist die durch Kupferoxyd-Ammoniak erzeugte blaue Färbung. Hinsichtlich des Ausführlicheren müssen wir auf einen Aufsatz von Nöggerath in Haidinger's natur-

wissenschaftlichen Abhandlungen, auch in Dingler's polytechnischem Journal Bd. 108, S. 446, und Bd. 121, S. 230, verweisen.

Der Achat wird zu mannigfaltigen Gegenständen geschliffen; als Schalen, Reibschalen, Petschaften, Stockknöpfen, Brochen, Messergriffen, Polirsteinen, Hemdknöpfen, Armbändern u. dgl.

Alabaster. Der natürliche Gyps, d. i. wasserhaltiger schwefelsaurer Kalk, kommt in verschiedenen Abänderungen vor, als späthig, faserig, körnig und dicht. Die letzteren beiden stehen einander sehr nahe, indem die Masse oft so feinkörnig ist, daß sie ins Dichte verläuft; und sie eben sind es, welche man unter dem Namen Alabaster versteht, obgleich im gemeinen Leben darunter nur solche Sorten des körnigen oder dichten Gypses verstanden werden, welche sich entweder durch ein reines Weiß, oder durch gefällige marmorirte Farbenzeichnungen zur Verarbeitung eignen. Der Alabaster ist mehr oder weniger durchscheinend, wird aber schon bei einer Hitze, die den Siedpunkt des Wassers wenig übersteigt, durch Verlust des Krystallisationswassers undurchsichtig. Er braust nicht mit Säuren, und ist im Wasser fast unauflöslich, jedoch nicht in dem Grade, daß er für die Dauer den Einflüssen der Witterung widerstehen könnte, weshalb Kunstwerke oder architektonische Verzierungen von Alabaster nicht im Freien aufgestellt, und dem Regen und der feuchten Luft ausgesetzt werden dürfen.

Unter allen Gesteinen, die im Großen vorkommen, ist der Alabaster eines der weichsten, und er wird schon vom Fingernagel geritzt, eine Probe, durch den man ihn sogleich vom Marmor und anderen ähnlichen Mineralkörpern unterscheiden kann.

Dichter und körniger Gyps sind neben dem späthigen Gyps sehr verbreitet; gewöhnlich ist er jedoch von unansehnlicher grauer, gelblicher, röthlicher oder schmutzig weißer Farbe, und wenig durchscheinend; in welchem Falle er sich zwar zum Gypsbrennen, nicht aber zu Kunstwerken eignet.

Der schönste Alabaster findet sich zu Volterra bei Florenz, von wo er in Menge theils verarbeitet, theils auch in rohen Blöcken verschickt wird. Er findet sich hier theils schneeweiß, theils grau marmorirt, theils von ölgelber Farbe, theils braun, und dabei ziemlich stark durchscheinend. Ein vorzüglich schöner Alabaster von weißer Farbe mit grauen Adern, oft auch mit sanftem Fleischroth untermischt, wird nebst kräftiger marmorirten grauen und rothen Sorten im Königreiche Hannover (Amt Liebenburg) gebrochen und zu Vasen, Tischplatten und tausend anderen derartigen Gegenständen verarbeitet. Auch in der Gegend von Derby in England findet sich weißer, wie auch marmorirter Alabaster, aus welchem mancherlei kleine Gegenstände, als Tassen, Becher, Leuchter, Thiere, künstliche Früchte, die dann oft farbige Verzierungen erhalten, gefertigt werden.

Die Bearbeitung des Alabasters bietet seiner Weichheit wegen geringe Schwierigkeit dar, und geschieht hauptsächlich mit Sägen, scharfen Eisen, Raspeln und Feilen, häufig (bei runden Sachen) auch auf der Drehbank. Meißel und Klöppel, die bei Bearbeitung härterer Steine vorzugsweise gebraucht werden, finden hier wenig Anwendung. Um der Oberfläche die nöthige Glätte zu geben, wird sie zuerst durch Uebergehen mit feinen Raspeln und Feilen bearbeitet, und dann mit Schabeisen beschabt, hierauf mit Schachtelhalm, und endlich mit weißgebranntem und pulverisirtem Hirschhorn, auch wohl mit Alabasterpulver, ja, wo es auf besonders schöne Glätte ankommt, mit fein pulverisirter Perlmutter mittelst eines feuchten leinenen Läppchens gerieben. Soll dagegen eine eigentliche Politur gegeben werden, so wird die mit Schachtelhalm und Alabasterpulver gehörig bearbeitete Fläche mit einem aus venetianischer Seife, fein geschabter Kreide und etwas Wasser angemachten Brei gerieben. Die Be-

arbeitung des Alabasters bildet in Italien, besonders in Florenz, einen nicht unbedeutenden Industriezweig. Es werden aus dem ganz weißen Alabaster kleinere Skulpturen aller Art, besonders Statuen zu Tafel- und sonstigen Verzierungen, Uhrgehäuse u. dgl., aus den grauen und anders gefärbten Sorten Vasen, Schalen, zum Theil von sehr bedeutender Größe, Thierfiguren u. dgl. gearbeitet.

Ueber die Anwendung des Alabasters zum Gypsbrennen ist in dem Artikel „Gyps" das Nähere nachzusehen.

Alaun. Dieses schon den Alten bekannte, für die technische Chemie, insbesondere die Färberei, hochwichtige Doppelsalz ist eine chemische Verbindung von schwefelsaurer Thonerde mit schwefelsaurem Kali oder schwefelsaurem Ammoniak. Das Wort wird indessen auf verschiedene andere schwefelsaure Doppelsalze von analoger Zusammensetzung und ähnlichen Eigenschaften ausgedehnt; so gibt es Chromalaun, Eisenalaun, Natronalaun. Wir werden uns nur mit dem Kali- und Ammoniakalaun beschäftigen.

Schon seit alten Zeiten ist in Rocca, früher Edessa, in Syrien, Alaun fabrizirt worden, daher der Name Alumen roccae, alun de roche. Später breitete sich die Alaungewinnung weiter aus, so z. B. nach Smyrna und in die Nachbarschaft von Konstantinopel, und bildete hier einen wichtigen Industriezweig. Der Alaun wurde von hier durch die Kaufleute in Genua und andern italienischen Handelsplätzen zum Gebrauch für die Färber nach dem westlichen Europa gebracht. Erst um die Mitte des fünzehnten Jahrhunderts entstanden die Alaunwerke zu Tolfa, Viterbo und Volterra in Italien. Im Anfange des sechszehnten Jahrhunderts wurden in Deutschland, etwas später in England und Frankreich Alaunwerke errichtet.

Die Alten scheinen den Alaun nur in eisenhaltigem Zustande gekannt zu haben, denn Plinius führt bei Erwähnung des Federalauns oder einer ähnlichen Substanz an, daß er mit Granatensaft eine schwarze Farbe gäbe, woraus man ersieht, daß er mit Eisenvitriol verunreinigt war. Uebrigens scheint das Alumen des Plinius verschiedene salzige Substanzen zu begreifen, welche schwefelsaure Thonerde und schwefelsaures Eisen enthielten. Früher war fast der sämmtliche im Handel vorkommende Alaun kalihaltig. In dem Maße aber, wie in der Neuzeit der Preis der Pottasche, und also auch anderer Kalisalze in Folge des zunehmenden Holzmangels gestiegen ist, dagegen die Gewinnung von Ammoniak durch die sich immer mehr verbreitende Steinkohlengasbereitung mit jedem Jahre an Ausdehnung zunimmt, greift auch die Benutzung von Ammoniak zur Alaunfabrikation mehr und mehr Platz, wie dieß namentlich in England und Frankreich der Fall ist. Die deutschen Alaunwerke fabriziren zur Zeit meistens noch Kalialaun. Ammoniak- und Kalialaun sind in den äußeren Eigenschaften so völlig übereinstimmend, daß sie nur durch chemische Untersuchung unterschieden werden können, und die hierunter folgende Beschreibung sich auf beide bezieht.

Eigenschaften des Alauns.

Der Alaun krystallisirt in Verbindung mit Wasser in oktaedrischen Krystallen, häufig mit Abstumpfungen an den Ecken; er ist farblos, durchsichtig, von säuerlich-zusammenziehendem Geschmack. Er erfordert zu seiner Auflösung sein 14faches Gewicht kalten Wassers von 12°; dagegen reicht bei 87½° schon 0,06 Wasser zur Lösung des Alauns hin. Beim Erhitzen zu 92° schmelzen die Krystalle in ihrem eigenen Krystallisationswasser, und bilden bei fortgesetztem Erhitzen eine äußerst stark aufgeblähete schaumige Masse, gebrannter Alaun, der sich, wenn nicht allzustarke Glühhitze gegeben wurde, nachher, obwohl sehr langsam, durch Kochen mit Wasser wieder auflösen läßt.

Bei sehr starker Glühhitze wird ein Theil der Schwefelsäure ausgetrieben und der Alaun fast unauflöslich.

Zusammensetzung des Kali-Alauns.

Schwefelsaures Kali	18.38	1 Atom	Thonerde	10.82
Schwefelsaure Thonerde	36.15	1 "	Kali	9.94
Wasser	45.47	24 "	Schwefelsäure	33.77
	100.00		Wasser	45.47
				100.00

Ammoniak-Alaun.

Schwefelsaures Ammoniak	12.86	Thonerde	11.55
Schwefelsaure Thonerde	38.59	Ammoniak	3.85
Wasser	48.55	Schwefelsäure	36.05
	100.00	Wasser	48.55
			100.00

Um Kali- und Ammoniak-Alaun zu unterscheiden, löst man eine Probe in heißem Wasser, und setzt ätzende Kalilauge im Ueberschuß hinzu. Enthält der Alaun Ammoniak, so gibt sich dieses durch den bekannten Geruch zu erkennen.

Fabrikation des Alauns.

Es sind drei wesentlich verschiedene Methoden der Alaungewinnung üblich:

1. aus dem Alaunsteine und aus alaunhaltigen Laven, welche durch angemessene Behandlung direkt fertigen Alaun liefern;

2. aus schwefelkieshaltigen Mineralkörpern, welche durch Röstung schwefelsaure Thonerde geben, die dann weiter eines Zusatzes von schwefelsaurem Kali oder Ammoniak bedarf;

3. durch Auflösen von Thon in Schwefelsäure und Zusatz von schwefelsaurem Kali oder Ammoniak.

I. Alaunbereitung aus Alaunstein und Laven.

a) Aus Alaunstein. Dieser Mineralkörper von bestimmter chemischer Zusammensetzung schreibt seinen Ursprung allem Anscheine nach von der Einwirkung schwefeliger Säure auf feldspathartige Gesteine, Trachyt und dgl. her, er ist krystallisirbar, und besteht nach Cordier aus

Kali	10.377
Thonerde	39.533
Schwefelsäure	35.263
Wasser	14.827
	100.000

und ist als eine Verbindung von 1 Atom neutralem schwefelsaurem Kali mit 3 Atomen dreifach basisch schwefelsaurer Thonerde und 6 At. Wasser zu betrachten. Kali und Schwefelsäure sind also in demselben Verhältnisse vorhanden, wie im fertigen Alaun, die Thonerde dagegen ist in der dreifachen Menge zugegen, so daß der Alaunstein als ein basischer Alaun angesehen werden kann. Er findet sich vorzugsweise in Gegenden, die augenscheinlich eine vulkanische Bildung verrathen. Fundorte des Alaunsteines sind Tolfa bei Civita Vecchia, Montione im Herzogthum Piombino, Bereghszasz und Mußzay in Ungarn, Mont d'Or in der Auvergne. Er findet sich selten rein, sondern fast immer mit Kieselerde und vielem Thonerdehydrat mechanisch gemengt. Der Alaunstein ist im Wasser völlig unlöslich; nach vorhergegangener mäßiger Glühung dagegen läßt sich durch längere Einwirkung von Wasser aus ihm Alaun gewinnen, und eben hierauf beruht seine Anwendung zur Alaunfabrikation.

Er wird gröblich zerschlagen, sodann mit Reisholz aufgeschichtet, und

dieses abgebrannt; besser ist das Verfahren, ihn in Oefen von der Einrichtung der Kalköfen zu brennen. Nach dem Brennen schüttet man die Steine auf große Haufen, feuchtet sie mit Wasser an und läßt sie so unter häufigem Befeuchten über ¼ Jahr liegen, während welcher Zeit sie nach und nach zerfallen und größtentheils zu einer schlammigen Masse zusammensinken, aus welcher dann durch mehrmaliges Auslaugen und Abdampfen krystallisirbarer Alaun gewonnen wird. Die ungelöst zurückgebliebenen Steine werden demselben Processe nochmals unterworfen. Das Abdampfen soll in kupfernen Kesseln mit gemauertem Sturz geschehen. Die Lauge, welche durch einen sehr feinen röthlichen Schlamm getrübt erscheint, wird zum Krystallisiren in Wachsfässer gefüllt, und liefert so den unter dem Namen römischer Alaun vorkommenden Handelsartikel. Er hat eine blaß röthliche Farbe, von mechanisch eingemengtem Eisenoxyd herrührend, welches bei seiner Anwendung zu technischen Zwecken nicht schadet, da es beim Auflösen des Alauns ungelöst zurückbleibt; ja gerade der römische Alaun war früher seiner Reinheit von Eisen wegen berühmt. Seitdem die Alaungewinnung nach anderen Methoden, die wir sogleich besprechen werden, fast über alle Länder sich verbreitet hat, und auch die Herstellung von eisenfreiem Alaun keine Schwierigkeiten mehr macht, ist der römische Alaun fast ganz aus dem Handel verschwunden.

Der römische Alaun krystallisirt zum Theil in Oktaedern, zum Theil in Würfeln (kubischer Alaun); die letzteren scheinen ein basisches Salz zu sein, sie weichen indessen von jenen würfelförmigen Krystallen ab, welche aus einer mit kohlensaurem Kali neutralisirten, daher basischen Alaunlösung krystallisiren; denn dieser letztere Würfelalaun geht beim Umkrystallisiren in oktaedrischen Alaun über, was bei dem kubischen Alaun nicht geschehen soll.

Die Bereitung von basischer Alaunlösung durch Zusatz von kohlensaurem Kali ist jedem Färber bekannt, und es fällt daher auch in dieser Beziehung der Vorzug des römischen Alauns jetzt hinweg.

b) Alaungewinnung aus alaunhaltigen Laven.

Diese im Allgemeinen ziemlich unbedeutende Alaungewinnung findet nur auf der Solfatara bei Neapel statt, und besteht darin, daß man theils den auf dem Erdboden auswitternden Alaun sammelt und durch Umkrystallisiren reinigt, theils auch die verwitterte Lava, welche den Boden der Solfatara bildet, auslaugt und die Lauge abdampft.

Der Prozeß, durch welchen hier unter unseren Augen eine fortwährende Alaunbildung vor sich geht, besteht unzweifelhaft in der Einwirkung von schwefeligsaurem Gase und Wasserdämpfen auf die Thonerde und Kali haltende Lava, welche durch diese Säure unter Mitwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs angegriffen, mehr und mehr zerfressen und aufgelockert und endlich in solchem Grade mit Alaun geschwängert wird, daß dieser auf der Oberfläche in Form eines weißen Mehles auswittert.

II. Alaungewinnung aus Schwefelkies enthaltenden Mineralkörpern.

Die Hauptbedingung eines zu dieser am meisten üblichen Art der Alaungewinnung brauchbaren Materials liegt a) in einem hinreichenden Gehalt von Thonerde, b) dem Gehalt an Schwefelkies, c) einer mehr oder weniger lockeren Beschaffenheit; außerdem ist es gut, wenn es mit kohligen oder bituminösen Theilen durchdrungen ist, weil diese durch ihr Verbrennen die Röstung erleichtern. Solche Materiale sind der Alaunschiefer, die Alaunerde und Steinkohle, wenn dieselbe mit vielen erdigen, also Thonerde enthaltenden Theilen und mit Schwefelkies durchdrungen ist.

Der Alaunschiefer besteht der Hauptmasse nach aus Thonschiefer oder auch aus Schieferthon. Er kommt häufig in der unmittelbaren Nähe von Steinkohlenflötzen vor und ist mit der Substanz der Steinkohle so durchdrungen, daß er eine schwarze Farbe besitzt, zugleich enthält er Schwefelkies, theils in größeren Partien ausgesondert, theils in so feiner Vertheilung, daß er dem Auge unsichtbar ist. Er besitzt ein schiefriges Gefüge, erdigen Bruch und, je nachdem er aus Thonschiefer oder Schieferthon besteht, größere oder geringere Härte. Fundorte des Alaunschiefers sind: Sulzbach bei Duttweiler, Velbert bei Werden, Auroraalaunwerk, Alaunhütte von Siebel, Alaunhütte Gute Hoffnung bei Lintdorf, Klein-Umstand bei Essen (letztere vier im Regierungsbezirk Düsseldorf); ferner die Gegend von Lüttich, der Steinkohlendistrikt im nördlichen Frankreich, Böhmen, Sachsen, Schweden und Norwegen, Whitby und Hurlett in England.

Alaunerde ist eine mit Braunkohle und Schwefelkies durchdrungene erdige Substanz, welche an vielen Orten in und neben der Braunkohle in untergeordneten Flötzen vorkommt. Sie ist von dunkelbrauner Farbe, weich, fast zerreiblich, von schiefriger Absonderung. Fundorte sind: Freienwalde a. d. Oder (hier in einem mächtigen Flötz), Schwemmsal bei Düben (Regierungsbezirk Merseburg), Muskau in der Lausitz, Gleißen bei Zielenzig, Kreuzkirch bei Neuwied, Pützberg bei Bonn; Komotau in Böhmen, Ungarn, Frankreich, u. a.

Steinkohle wird in der Alaunhütte Brzenkowitz in Oberschlesien zur Alaungewinnung benutzt.

Das Verfahren der Darstellung des Alauns aus dem Alaunschiefer und der Alaunerde ist im Wesentlichen ein und dasselbe; nur mit dem Unterschiede daß der Proceß der Oxydation bei dem Alaunschiefer seiner größeren Dichte und Härte wegen langsamer vorschreitet, als bei der Alaunerde. Beide, eine geraume Zeit hindurch dem Einflusse der Witterung dargeboten, zerfallen allmälig unter Bildung von schwefelsaurer Thonerde, deren Menge oft so bedeutend ist, daß das Ganze eine zum großen Theil aus weißen federartigen Efflorescenzen bestehende Masse bildet. Bei dieser langsamen Zersetzung kann offenbar keine schweflige Säure gebildet werden; wahrscheinlich beginnt der Proceß mit einer Oxydation des Schwefeleisens zu schwefelsaurem Eisenoxydul, welches durch fernere Aufnahme von Sauerstoff sich in schwefelsaures Eisenoxyd verwandelt. Da nun das Eisenoxyd eine sehr schwache Salzbasis ist, mithin die Schwefelsäure nur unvollkommen bindet, so geht diese nach und nach an die vorhandene Thonerde über, wobei basisch schwefelsaures Eisenoxyd zurückbleibt. Um diesen zeitraubenden Verwitterungsprozeß, der zu seiner Vollendung oft mehrerer Jahre bedarf, abzukürzen, pflegt man die zu großen Halden aufgestürzten Erze zu entzünden, wenn sie nicht, was häufig geschieht, von selbst in Brand gerathen. Man sucht aber diese Röstung zu mäßigen, so daß sie sich auf ein langsames Verglimmen beschränkt, und läßt die Haufen dann noch eine geraume Zeit der Witterung dargeboten liegen.

Der Vorgang ist in diesem Falle weniger einfach: Der Schwefelkies (zweifach-Schwefeleisen) gibt in der Glühhitze die Hälfte seines Schwefels ab, welcher durch den Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffes zu schwefeliger Säure verbrennt; und diese, obgleich an und für sich eine der schwächsten Säuren, zieht bei Gegenwart einer Salzbasis (der Thonerde) noch weiter Sauerstoff an, um sich in Schwefelsäure zu verwandeln, welche sich mit der Thonerde verbindet. Es ist dieses derselbe Vorgang, dessen schon oben bei Entstehung des Alauns in der Solfatara Erwähnung geschah. — Der Schwefelkies nun, nach Verbrennung seines hal-

ben Schwefelgehaltes, oxydirt sich ebenfalls zu schwefelsaurem Eisenoxydul, theilweise vielleicht schon zu schwefelsaurem Eisenoxyd, welches letztere in der Glühhitze die Schwefelsäure fahren läßt, die sodann ebenfalls mit Thonerde zusammentritt. Nach beendigter Röstung endlich erleidet das noch vorhandene schwefelsaure Eisenoxydul die obenerwähnte Zersetzung, woraus abermals ein Zuwachs an schwefelsaurer Thonerde resultirt.

Man bildet also von den Alaunerzen auf einer aus Thon festgestampften, nach einer Seite zu etwas geneigten Tenne große Haufen, gewöhnlich ganz frei, seltener, um den Regen abzuhalten, unter Schoppen. Um die Entzündung einzuleiten, wird zu unterst eine Lage Kohlen gebracht, welche entweder von Außen oder durch einen ausgesparten Kanal von innen entzündet wird. Bei recht lockeren Erzen aber tritt, wie schon oben erwähnt, die Entzündung gewöhnlich ohne äußere Hülfe von selbst ein, und man hat nur dafür zu sorgen, daß die Verbrennung nicht zu gewaltsam fortschreite, in welchem Fall ein großer Theil der schwefligen Säure verloren gehen würde. Zur Mäßigung der Verbrennung bedeckt man den Rösthaufen mit einer Lage schon abgerösteter und ausgelaugter Erze. Die Zeit der Röstung hängt so gänzlich von der Größe der Haufen ab, daß sich etwas Bestimmtes darüber nicht angeben läßt; bei Haufen von bedeutender Größe kann sie mehrere Monate dauern.

Nach beendetem Brande bleiben die Erze noch längere Zeit, bis zu einem Jahre und darüber, liegen, worauf dann zum Auslaugen geschritten wird.

Soll die Alaunbildung ohne Rösten, durch allmälige Oxydation an der Luft geschehen, so ist ein viel längerer Zeitraum erforderlich, der sich bis auf 2 Jahre erstrecken kann.

Zum Auslaugen bedient man sich gewöhnlich flacher, aus Bohlen konstruirter Kasten, deren mehrere terrassenartig neben und über einander stehen. Man füllt sie mit den verwitterten Erzen, begießt den obersten mit Wasser und läßt das ablaufende auf den zweiten, von da auf den dritten u. s. w. fließen, um eine konzentrirtere Lauge zu erhalten. Bei sehr großem Betriebe, wo das Ein- und Ausbringen der Erze in die Kasten zu weitläufig sein würde, geschieht das Auslaugen in den Rösthaufen selbst, welche so lange mit Wasser begossen werden, bis sie erschöpft sind. Zweckmäßig ist es, mehrere Rösthaufen gleichzeitig abzulaugen, und die von dem ersten ablaufende Lauge zum Begießen des zweiten zu verwenden. Je konzentrirter die so gewonnenen Rohlaugen erhalten werden können, um so geringer stellt sich natürlich der zum Abdampfen erforderliche Kostenaufwand.

Die Rohlauge wird zur Klärung, besonders zum Absatz eines braungelben aus basisch schwefelsaurem Eisenoxyd bestehenden Schlammes, einige Zeit in Rohlaugesümpfen stehen gelassen. Zum Eindampfen der geklärten Rohlaugen dienen bleierne oder gußeiserne Pfannen, welche von unten geheizt werden. Da aber bleierne Behälter leicht durchschmelzen, eiserne Pfannen theils dem Springen unterliegen, theils auch von der saueren Lauge angegriffen werden; so hat man auf vielen Alaunwerken die zweckmäßige Einrichtung, daß sich die Lauge in flachen steinernen Cisternen befindet, welche den Herd eines Flammofens bilden, so daß die Flamme nur über der Oberfläche der Rohlauge hinwegstreicht. Wir werden weiter unten bei Beschreibung eines Alaunwerkes bei Glasgow auf diese Abdampfungsart zurückkommen.

Die auf eine oder andere Art konzentrirte Lauge wird zum Abkühlen in hölzerne oder steinerne Behälter gelassen, in welchen sich wieder ein dem vorhin erwähnten gleicher Absatz bildet; man dampft die geklärte

Lauge sodann abermals ein, und bringt sie nun zum Behuf des Mehlmachens in die Rührkästen, in welchen sie den zur Alaunbildung erforderlichen Zusatz eines Kali- oder Ammoniaksalzes erhält. In der Beschaffung dieses Zusatzes liegt für viele Alaunwerke eine große Schwierigkeit. Seitdem sich die Seifensiedereien und Glaswerke statt der früher allgemein gebräuchlichen Potasche fast nur noch der Soda bedienen, sind Kalisalze, welche bei diesen Fabrikationen als werthlose Nebenprodukte gewonnen wurden, selten in der nöthigen Menge zu erhalten; Ammoniaksalze aber können nur in der Nähe von Steinkohlengaswerken zu hinlänglich niedrigem Preise herbeigeschafft werden.

Nachdem also die stark konzentrirte Lauge, welche vorzugsweise schwefelsaure Thonerde und schwefelsaures Eisenoxydul enthält, in die Rührkasten gelassen worden, setzt man ihr eine konzentrirte Lösung von schwefelsaurem Kali oder Chlorkalium (Seifensiederfluß), oder von schwefelsaurem Ammoniak zu, worauf sodann bei fortdauerndem Abkühlen und unter häufigem Umrühren der im kalten Wasser schwerlösliche Alaun in Gestalt kleiner körniger Krystalle, Alaunmehl, sich absetzt. Die richtige Menge des Kali- oder Ammoniakzusatzes kann nur durch Probeversuche ermittelt werden. — Ist die Flüssigkeit vollständig abgekühlt und hat sich das Alaunmehl abgesetzt, so zieht man die überstehende, nur noch wenig Alaun enthaltende, dagegen stark eisenhaltige Mutterlauge in einen Sumpf ab, um sie beim Eindampfen der nächsten Rohlauge wieder zuzusetzen.

Das gewonnene Alaunmehl wird auf einer hölzernen Waschbühne mit kaltem Wasser begossen, welches die anhängende Mutterlauge hinwegspült, ohne viel Alaun zu lösen, und sodann entweder in einer bleiernen Pfanne mit kochendem Wasser, oder besser in einem steinernen Behälter durch Zuleiten von Wasserdampf aufgelöst, und die so gewonnene heiße konzentrirte Alaunlösung in hölzernen Wachsfässern der Krystallisation überlassen. Diese Wachsfässer sind aus hölzernen Dauben zusammengeschlagen, oft von bedeutender Größe, und werden nach beendigter Krystallisation, und nach dem Ablassen der Mutterlauge, auseinander genommen, worauf der Alaun für den Handel fertig ist.

Wir lassen als Anhang zu dieser allgemeinen Darlegung der Alaunfabrikation die kurze Beschreibung eines großen, trefflich eingerichteten Alaunwerkes zu Hurlett bei Glasgow folgen, welche ein interessantes Beispiel theils von dem Reichthum Großbritanniens an nutzbaren Mineralkörpern, theils von dem zweckmäßigen Ineinandergreifen verschiedener Fabrikationen liefern wird.

Das Material, ein graulich schwarzer Alaunschiefer von dickschiefriger Absonderung, wird aus dem Schacht einer bergmännisch bebauten Grube gewonnen. Die Tiefe des Hauptschachtes beträgt 285 Fuß. Es erfolgen aus dieser Grube fünf verschiedene nutzbare Mineralkörper, nämlich zu oberst Thon, welcher zur Ziegelbrennerei gebraucht wird, weiter unten folgt ein steter Wechsel von Thonschiefer, Kalkstein und Eisenstein. Der Kalkstein wird zur Kalkbrennerei verwendet, der Eisenstein an ein Eisenwerk bei Glasgow verkauft. Es folgt dann in größerer Tiefe der Alaunschiefer in einem 1½ Fuß mächtigen Lager, in welchem häufige Nester von Schwefelkies vorkommen; endlich zu unterst ein 5½ Fuß mächtiges Flötz sehr guter Steinkohle. Diese letztere wird größtentheils an ein Gaswerk verkauft, welches die gewonnenen Nebenprodukte (Steinkohlentheer und ammoniakalische Flüssigkeit) an das Alaunwerk zurückliefert. Aus der ammoniakalischen Flüssigkeit wird durch Destillation aus einem großen liegenden Dampfkessel das kohlensaure Ammoniak in einen mit Schwefelsäure gefüllten Behälter übergetrieben, und so

das zur Alaunbereitung erforderliche schwefelsaure Ammoniak gewonnen. Die Schwefelsäure wird in einer Bleikammer aus den Schwefelkiesen dargestellt, welche sich, wie erwähnt, in dem Alaunschiefer finden. Ein anderer Theil der Kiese wird geröstet und auf Eisenvitriol verarbeitet.

Der Gastheer wird in einer großen eisernen Retorte destillirt; das zuerst übergehende flüchtige Steinkohlentheeröl nach Behandlung mit Schwefelsäure zum Brennen auf Lampen, das später folgende weniger flüchtige Oel, heavy coal-oil, an die Eisenbahnwerke zum Theeren verkauft.

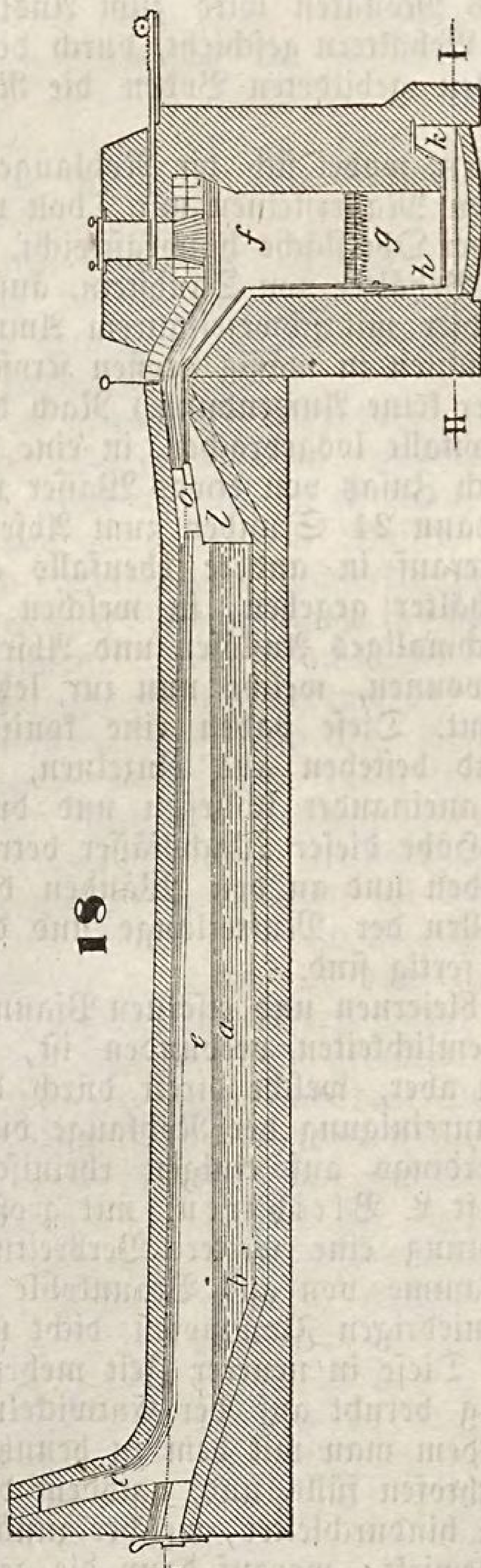
Das in außerordentlich großen Halden aufgefahrene Alaunerz fängt gewöhnlich von selbst zu brennen an, und wird dann durch Ueberdecken mit einer Lage schon abgelaugter Erze vor der zu heftigen Erhitzung geschützt. Um auch den mittleren Theilen des Rösthaufens den nöthigen schwachen Luftzutritt zu verschaffen, wird ein Luftkanal der Länge nach unten durchgeführt. Nach Verlauf von 16 Monaten wird zum Auslaugen geschritten, welches in großen flachen Behältern geschieht, durch deren aus nicht fest aneinander stoßenden Bohlen gebildeten Boden die Rohlauge abfließt.

Das Abdampfen geschieht in Flammöfen, wobei sich die Rohlauge in einem flachen Behälter von hartgebrannten Mauersteinen mit Thon verbunden, befindet, und die Flamme über der Oberfläche hinwegstreicht, die konzentrirte Lauge wird sodann in große Behälter von Sandstein, äußerlich mit Thon festgestampft, gefüllt und hier mit schwefelsaurem Ammoniak versetzt, worauf der Alaun beim Abkühlen in mäßig großen Krystallen anschießt. (Das Mehlmachen findet hier keine Anwendung.) Nach dem Ablassen der Mutterlauge werden die Krystalle losgebrochen, in eine andere gemauerte Zisterne gebracht und durch Zusatz von etwas Wasser und Einleiten von Wasserdampf aufgelöst, dann 24 Stunden zum Absetzen des Schlammes stehen gelassen, und hierauf in andere ebenfalls aus Sandstein zusammengesetzte Krystallisirbehälter gegeben, in welchen der Alaun schon reiner krystallisirt. Durch nochmaliges Auflösen und Absetzen wird eine ziemlich reine Alaunlösung gewonnen, welche nun zur letzten Krystallisation in große Wachsfässer kommt. Diese haben eine konische, nach oben enger zulaufende Gestalt, und bestehen aus einzelnen, mit Blei gefütterten Stücken, welche genau aneinander schließen und durch Bänder zusammengehalten werden. Die Höhe dieser Wachsfässer beträgt etwa 7 Fuß. Es bilden sich nun am Boden und an den Wänden dicke Krusten von Alaun, die nach dem Ausfüllen der Mutterlauge und dem Abnehmen der Dauben für den Handel fertig sind.

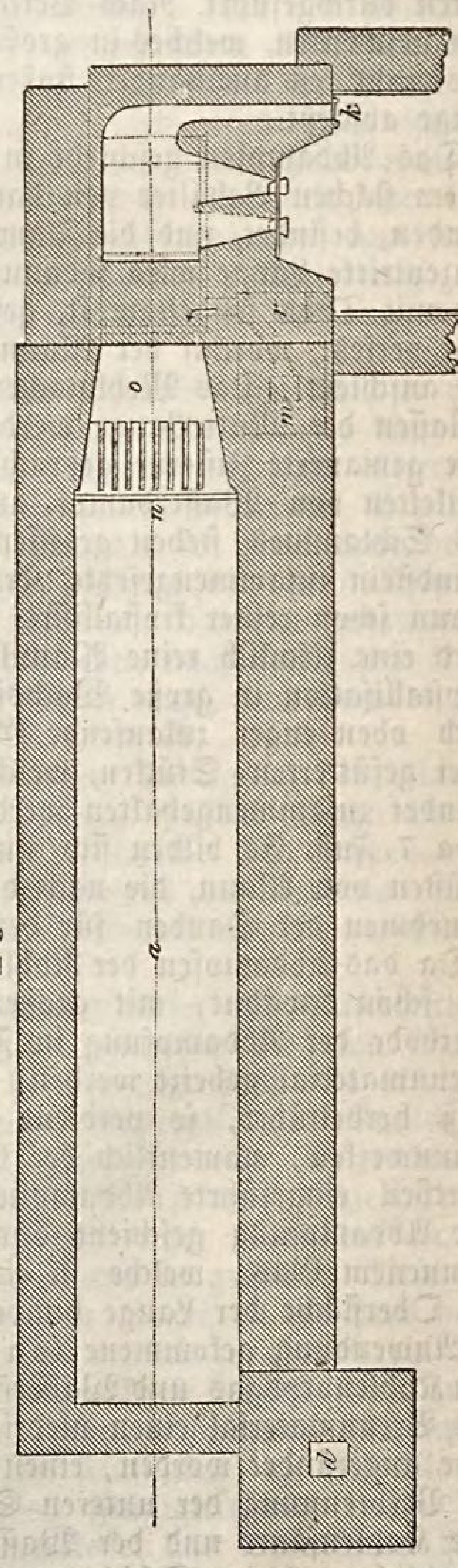
Da das Abdampfen der Rohlaugen in bleiernen und eisernen Pfannen, wie schon erwähnt, mit großen Unbequemlichkeiten verbunden ist, die Methode der Abdampfung in Flammöfen aber, welche direkt durch das Brennmaterial geheizt werden, eine Verunreinigung der Rohlauge durch Ruß herbeiführt, so verdient eine neuerdings auf einigen rheinischen Alaunwerken, namentlich der Gewerkschaft L. Bleibtreu, mit großem Vortheil eingeführte Abdampfungsvorrichtung eine weitere Verbreitung. Die Abdampfung geschieht durch die Flamme von aus Braunkohle gewonnenem Gas, welche in einem sehr niedrigen Flammofen dicht über der Oberfläche der Lauge hinwegstreicht. Diese in neuerer Zeit mehrfach in Anwendung gekommene Gasheizung beruht auf der Entwickelung von Kohlenoxydgas und Wasserstoffgas, indem man mit dem zu benutzenden Brennmaterial einen niedrigen Schachtofen füllt, und, nachdem dasselbe angezündet worden, einen Luftstrom hindurchleitet, welcher zunächst die Verbrennung der unteren Schichten bewirkt; worauf dann die gebildete Kohlensäure und der Wasserdampf durch die ebenfalls in Glühhitze befindlichen oberen Schichten zu Kohlenoxyd und Wasserstoff reduzirt wer-

den. Das so gebildete, noch mit dem Stickstoff der Luft gemischte Gas dient nun als Brennmaterial, indem man ihm einen Strom frische Luft zuführt und es entzündet. Der Vortheil dieser sinnreichen Heizmethode liegt in einer ganz reinen, nicht rußenden Flamme, und in der Beseitigung jeder Spur von Asche. Besonders bei Torf- und Braunkohlenfeuerung hat die in Rede stehende Heizmethode zu metallurgischen Processen, zur Glasfabrikation, zur Ziegel- und Kalkbrennerei, zum Brennen der Töpferwaare, zu Abdampfungen und anderen Zwecken vielfach Anwendung gefunden.

Beschreibung des auf dem genannten Alaunwerke von dem Dr. Bleibtreu ausgeführten Apparates, von welchem Fig. 18 ein vertikaler, Fig. 19 ein horizontaler Durchschnitt nach den Linien G und H I (Fig. 18) ist.



18



19

a das Abdampfungsbassin, nach der Stelle b, von welcher durch ein Seitenrohr die konzentrirte Lauge abgelassen wird, etwas geneigt. c der Kanal, durch welchen die Flamme nebst dem Wasserdampf in eine starkziehende Esse d gelangt. Der Zwischenraum e zwischen dem Laugenspiegel und dem oberen Gewölbe des Ofens ist sehr niedrig, damit die Flamme mit der Oberfläche der Lauge in vielfältige Berührung trete. f der Ofen, durch dessen obere, mittelst eines Schiebers zu verschließende Oeffnung die Braunkohle eingeschüttet wird. g der Rost; h eine durch Eisenplatten gebildete Abtheilung, um die zur Verbrennung der Gase bestimmte, bei k ein-, und bei o austretende Luft vorher zu erwärmen. l ein Mauerwerk, zwischen welchem und dem Gewölbe der für das Zusammenströmen der Gase mit der heißen Luft und die Entzündung der ersteren bestimmte Raum o. Zur gleichmäßigen Vertheilung der Flamme über die ganze Breite des Ofens ist zwischen o und dem Laugenbassin ein gemauerter Rost n angebracht. m eine kleine Nebenesse, durch welche, während des Ablassens der Lauge, das Gas nach Oeffnung eines Schiebers entweicht. Bei r befindet sich ein kleiner Nebenrost, auf welchem eine Zündfeuerung brennt, welche, besonders bei feuchten Braunkohlen, auch beim Beginn des Heizens erforderlich ist, um das Gas zu entzünden und in Brand zu erhalten. Bei trockenen Kohlen und wenn erst der Ofen in voller Gluth sich befindet, bedarf es der Zündfeureung nicht mehr.

Der Ofen wird etwa drei Fuß hoch mit Braunkohle gefüllt und von Zeit zu Zeit, nachdem die an den Seitenwänden des Ofens angeschmolzenen Schlacken herabgestoßen und der Rost gereinigt worden, nachgefüllt.

Es soll mittelst dieses Abdampfapparates gegen früher eine Ersparung von 80 Procent an Brennmaterial erzielt sein. Genauere Mittheilungen finden sich in Karstens Archiv für Mineralogie rc. Bd. 23, S. 411.

III. Alaunbereitung aus Thon mittelst Schwefelsäure.

Die verschiedenen Thonarten werden, so lange sie sich im natürlichen Zustande befinden, von Schwefelsäure kaum angegriffen, wohl aber nach vorhergegangener mäßiger Glühung. Man wählt zum Behuf der Alaungewinnung einen von Kalk und Eisenoxyd möglichst freien, dabei recht fetten Thon, unterwirft ihn einer gelinden Glühung, pulverisirt ihn und mischt ihn mit konzentrirter Schwefelsäure zu einem dünnen Brei, welcher zur Einleitung der Auflösung zuerst bis auf etwa 70° C. erwärmt, und sodann an einem warmen Orte so lange gelassen wird, bis er sich in eine feste trockene Masse verwandelt hat. Die Schwefelsäure hat sich nun zum größten Theil mit Thonerde gesättigt, weshalb man durch Auflösen der Masse in heißem Wasser und Absetzenlassen des ungelösten Thones eine Auflösung von schwefelsaurer Thonerde erhält, aus welcher nach dem Erkalten durch Zusatz von schwefelsaurem Ammoniak Alaunmehl gefällt wird. Der in der Flüssigkeit enthaltene Ueberschuß von Schwefelsäure sättigt sich hiebei mit Ammoniak, und es ist aus diesem Grunde das kohlensaure Salz vorzuziehen.

Bei dem gegenwärtig so sehr gesunkenen Preise der Schwefelsäure ist diese jedenfalls sehr kompendiöse Art der Alaungewinnung unter Umständen mit Vortheil ausführbar, wie sie denn sowohl in England als auch in Frankreich Anwendung findet. — In England wird nach der Methode von Spence zu diesem Zweck Schieferthon angewandt. Derselbe wird kalzinirt und, noch heiß, in einem bleiernen Behälter mit Schwefelsäure von 1,75 spez. Gewicht gemischt. Nach 4 bis 5 Tagen hat sich die Schwefelsäure größtentheils mit Thonerde gesättigt und die

ganze Masse erscheint trocken. Sie wird in diesem Zustande in Auslaugegefäße gebracht, mit heißem Wasser ausgelaugt und mit der nöthigen Menge von schwefelsaurem Ammoniak vermischt. Statt des letzteren kann man recht gut das bei der Gasbereitung abfallende ammoniakalische Gaswasser benutzen. Da nämlich die aus dem Schieferthon erhaltene Lauge stets noch einen Ueberschuß an freier Schwefelsäure enthält, der sonst verloren sein würde, so dient derselbe im vorliegenden Falle zur Sättigung des Ammoniaks.

Ganz ähnlich ist das von Wilson angegebene Verfahren der Alaunfabrikation.*)

Auf demselben Wege, nur ohne Zusatz von Kali oder Ammoniak, wird der sogenannte konzentrirte Alaun dargestellt, eine bis zur festen Konsistenz eingedampfte Lösung von schwefelsaurer Thonerde. Da sie nicht durch Krystallisation gereinigt werden kann, so ist es schwer, sie ganz eisenfrei zu erhalten, auch hat sie bis jetzt noch keine Anwendung im Großen gefunden.

Alcarazzas eine in Spanien gebräuchliche Art thönerner Gefäße, welche aus poröser Masse bestehen und zur Kühlhaltung des Trinkwassers gebraucht werden, weil sie stetig einen Theil ihres Inhaltes auf die äußere Oberfläche durchsickern lassen, wo vermöge Verdunstung desselben Kälte entsteht. In Frankreich hat man diese Gefäße unter der Benennung Hydrocérames nachgeahmt.

Aldehyd. Wegen seiner Entstehung aus dem Alkohol durch Entziehung von Wasserstoff so genannt; alcohol dehyd rogenatus. Ein wasserklares, sehr dünnflüssiges Liquidum, von erstickendem, beim Einathmen in größerer Menge leicht Brustkrampf bewirkendem, ätherartigem Geruch, und so großer Flüchtigkeit, daß er schon bei 21.8° kocht. Spez. Gew. = 0.79. Er ist sehr entzündlich, und brennt mit heller, nicht rußender Flamme; läßt sich mit Alkohol, Aether und Wasser in allen Verhältnissen mischen, wird jedoch aus der wässrigen Lösung durch Sättigung des Wassers mit leichtlöslichen Salzen, z. B. Chlorkalzium, abgeschieden.

Der Aldehyd zersetzt sich selbst in verschlossenen Gefäßen nach einiger Zeit. Besonders aber bei Sonnenlicht unter Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffs, ebenso in Berührung mit Platinschwarz und atmosphärischer Luft geht er in Essigsäure über, und spielt bei der Entstehung des Essigs als intermediäres Produkt eine wichtige Rolle; wie in dem Artikel Essigsäure näher erörtert werden wird.

Die hier angegebenen Eigenschaften beziehen sich auf den ursprünglich mit diesem Namen belegten Stoff, welcher aus

	Atome	
Kohlenstoff	4 =	300.48
Wasserstoff	8 =	49.92
Sauerstoff	2 =	200.00 besteht.

Man kann ihn auch betrachten als das Oxydhydrat des Acetyls, also bestehend aus

4 At. Kohlenstoff 6 At. Wasserstoff	} Acetyl,	2 At. Wasserstoff 1 At. Sauerstoff } Wasser.
1 At. Sauerstoff,		

Mit dem Worte Aldehyd wird von neueren Chemikern eine ganze Klasse von analogen Verbindungen bezeichnet, auf die hier nicht weiter eingegangen werden kann.

---

*) M. s Repertory of patent inventions. 1851 Juli, p. 41.

Ale (gesprochen: Ehl), eine in England gebräuchliche Sorte Bier aus blassem Gerstenmalze. Man hat davon verschiedene Arten; neuerlich ist das in großen Mengen nach Ostindien gehende blasse Ale (pale ale oder East-India ale), dem starken bairischen Lagerbier ziemlich ähnlich, sehr beliebt geworden. — Man s. übrigens den Artikel Bier.

Alizarin, s. Krapp.

Alkalimeter. Instrumente zur Bestimmung des Alkaligehaltes der Pottasche und Soda. Die alkalimetrischen Methoden beruhen zum Theil auf der Bestimmung der zur Neutralisation jener rohen Alkalien erforderlichen Menge einer Säure (Schwefelsäure), theils aber auf der Ermittelung der Menge von Kohlensäure, welche durch Schwefelsäure ausgetrieben wird. M. s. Pottasche und Soda.

Alkanetwurzel, s. Alkanna.

Alkanna ist der Name zweier rothfärbender Wurzeln, welche in der Technik eine beschränkte Anwendung finden. Die echte Alkanna kommt von einem im Oriente einheimischen Strauche (Lawsonia inermis) und wurde früherhin auch nach Europa gebracht. Die unechte Alkanna oder Alkanetwurzel ist von der Färber-Ochsenzunge (Anchusa tinctoria oder Alcanna tinctoria), einer im südlichen Europa wildwachsenden, um Montpellier eigens angebauten perennirenden Pflanze. Sie enthält einen harzigen Farbstoff, der Weingeist und Fett schön roth färbt und durch Alkalien in Blau verwandelt wird. Man benutzt diese Wurzel zum Rothfärben von Käse, Pomaden, Salben, Haaröl, auch zur Hervorbringung einer violetten Farbe auf Baumwolle; die davon bereitete weingeistige Tinktur kann gebraucht werden, um weißem Marmor eine schöne dunkelrothe Farbe zu ertheilen.

Alkohol. Die allgemein bekannte Flüssigkeit, welche durch Destillation aus dem Weine und andern, der Weingährung unterworfenen zuckerhaltigen vegetabilischen Säften und Aufgüssen abgeschieden werden kann, und die Ursache der berauschenden Wirkung der geistigen Getränke ist.

Ueber die Entstehungsart und die fabrikmäßige Gewinnung des Alkohols wird in den Artikeln Gährung und Branntweinbrennerei gehandelt.

Bei der großen Schwierigkeit, diese Substanz in völlig reinem, wasserfreiem Zustande darzustellen, hat man sie lange nur in ihrer Verbindung mit Wasser gekannt, und diesen Verbindungen je nach ihrem größeren oder geringeren Wassergehalt die Namen Branntwein und Weingeist (spiritus vini, Spiritus, Sprit) gegeben. Im Gegensatz zu diesen nennt man den Körper im wasserfreien Zustande absoluten Alkohol, oder schlechtweg Alkohol.

Derselbe bildet eine vollkommen wasserklare, farblose, leichtbewegliche Flüssigkeit von dem bekannten angenehmen Geruche des Weingeistes und von brennendem Geschmack. Spez. Gew. bei $15^1/_2{}^0$ C. = 0.7946. Er siedet unter dem gewöhnlichen Luftdruck nach Gay-Lussac bei 78.4° C., ohne hierbei die geringste chemische Veränderung zu erleiden, gefriert oder erstarrt dagegen bei keinem bis jetzt erreichten Kältegrade. Bei der durch Verdampfung der tropfbarflüssigen Kohlensäure im luftleeren Raume erregten Kälte, die auf etwa — 100° C. geschätzt wird, nimmt der Alkohol eine etwas dickflüssige, ölartige Konsistenz an.

Er ist sehr leicht entzündlich und brennt mit einer klaren, wenig leuchtenden, nicht rußenden Flamme, wobei er vollständig zu Kohlensäure und Wasser oxydirt wird; innerlich genossen, wirkt er als tödtliches Gift, wenn er gleich, mit Wasser verdünnt, sehr wohl in den Magen gebracht wer-

den kann, und dann nur berauschende Wirkungen äußert. Die tödtliche Wirkung des Alkohols beruht gewiß zum großen Theile darin, daß er in Folge seiner starken Anziehung zum Wasser die feinen Magenhäute austrocknet, und daher zerstörend auf ihre Organisation einwirkt.

Er ist mit Wasser und Aether in allen Verhältnissen mischbar und löst viele Substanzen, als Harze u. a. auf.

Zusammensetzung des Alkohols:

	Atome		in 100 Theilen
Kohlenstoff	4	= 300.48	52.23
Wasserstoff	12	= 74.88	13.01
Sauerstoff	2	= 200.00	34.76
		575.36	100.00

Man kann den Alkohol betrachten als das Hydrat des Aethers oder Aethyloxyds, nämlich:

Kohlenstoff 4 } = Aethyl } = Aethyloxyd.
Wasserstoff 10 }
Sauerstoff 1 }

Wasserstoff 2 } = Wasser.
Sauerstoff 1 }

Die Darstellung des absoluten Alkohols ist, wie schon erwähnt, mit Schwierigkeit verknüpft, theils, weil er die letzten Antheile Wasser sehr fest zurückhält, theils weil er in Berührung mit der atmosphärischen Luft begierig Wasser anzieht. So leicht es ist, einen schwächeren Weingeist durch einfache Destillation zu verstärken, so unmöglich ist es, ihm durch dieses Mittel alles Wasser zu entziehen. Die Verstärkung des Weingeistes durch Destillation, wovon in dem Artikel Branntweinbrennerei ausführlich gehandelt wird, beruht auf dem Umstande, daß der Alkohol bei geringerer Temperatur kocht, also leichter verdampft, als Wasser, so daß aus einer kochenden Mischung von Alkohol und Wasser der erstere zuerst, wiewohl in Verbindung mit etwas Wasser verdampft, während die später übergehenden Dämpfe immer wasserhaltiger werden, bis zuletzt reines Wasser (Phlegma) überdestillirt. Werden die zuerst übergehenden alkoholreichen Dämpfe nach der Verdichtung getrennt von den späteren Antheilen aufgefangen, und unterwirft man das erste Destillat einer wiederholten gleichen Behandlung, so ist das Produkt wieder stärker; aber man bringt auf diesem Wege die Entwässerung nicht weiter, als bis zu dem Punkte, wo das Destillat noch 7 Raumprozente Wasser, also 93 Raumprozente oder sehr nahe 90 Gewichtprozente reinen Alkohol enthält.

Um die letzten 10 Prozente Wasser zu beseitigen, müssen andere Mittel in Anwendung gebracht werden, welche darauf hinauskommen, den Weingeist mit solchen Substanzen zu vermischen, welche in Folge ihrer starken Anziehung zum Wasser, dieses dem Alkohol entziehen. Die wirksamsten Substanzen dieser Art sind Chlorkalzium und gebrannter Kalk. Das Chlorkalzium muß zur völligen Entwässerung glühend geschmolzen werden, worauf man es auf eine eiserne Platte ausgießt, und nach dem Erkalten gröblich zerstößt. Man thut von diesem und einer gleichen Gewichtsmenge 90prozentigen Weingeist in eine Retorte, läßt sie unter bisweiligen Umschütteln so lange stehen, bis sich alles Chlorkalzium zu einer syrupdickem Flüssigkeit aufgelöst hat, und destilirt bei mäßiger Wärme, am besten im Wasserbade, etwa die Hälfte des Alkohols ab. Gewöhnlich ist der so erhaltene Alkohol noch nicht vollständig entwässert, sondern muß derselben Operation noch einmal unterworfen werden. In dieser Beziehung ist gebrannter Kalk vorzuziehen, da er

schon bei der ersten Destillation völlig absoluten Alkohol liefert, nur besitzt der so dargestellte Alkohol einen unangenehmen seifenartigen Nebengeruch.

Wird Alkohol mit Wasser vermischt, so ist das Volumen der Mischung etwas kleiner, als es der Rechnung nach sein sollte. Es ergibt sich dieß aus dem Unterschiede zwischen dem wirklichen und dem berechneten spezifischen Gewichte. Gesetzt, man mischte gleiche Gewichtsmengen absoluten Alkohols und reinen Wassers. Der Rechnung nach sollte das spezifische Gewicht der Mischung 0.886 betragen während es in Wirklichkeit in Folge der eingetretenen Verdichtung sich = 0.917 zeigt.

Die Eigenschaften des wasserhaltigen Alkohols sind denen des absoluten sehr ähnlich, so lange nicht der Wassergehalt eine gewisse Grenze übersteigt. Beträgt die Menge des Wassers nicht mehr als die Hälfte, so ist die Mischung, zumal bei geringer Erwärmung, noch entzündlich, hört aber sehr bald zu brennen auf. Da der Siedpunkt des Alkohols niedriger liegt, als der des Wassers, so ist auch der Siedpunkt einer Mischung von Alkohol und Wasser um so niedriger, je stärker der Alkoholgehalt, und in demselben Maße wird auch die Temperatur der aus einer siedenden Mischung dieser Art entwickelten Dämpfe niedriger liegen. Auf diesen Umstand gründet sich das gegenwärtig so allgemein eingeführte Verfahren, durch einmalige Destillation aus der gegohrnen Flüssigkeit sogleich starken Weingeist zu erzielen, wovon in dem Artikel Branntweinbrennerei ausführlich die Rede sein wird. Man läßt nämlich die Dämpfe vor ihrer völligen Verdichtung durch eine Art Kühlvorrichtung gehen, welche durch warmes (nicht heißes) Wasser gekühlt wird. Hier schlägt sich der größte Theil der Wasserdämpfe nieder, und fließt in die Destillirblase zurück, während eine der Temperatur der warmen Kühlvorrichtung entsprechende Mischung von Wasser- und Alkoholdämpfen unverdichtet bleibt und in den eigentlichen Kühlapparat übergeht, um hier vollständig verdichtet zu werden. Je nachdem nun die Temperatur dieser Vorrichtung (des Rektifikators oder Dephlegmators) höher oder niedriger gehalten wird, ist das Destillationsprodukt reicher oder ärmer an Wasser, und man hat somit die Stärke des Destillates bis zu der oben erwähnten Grenze, über welche hinaus eine Verstärkung auf diesem Wege unmöglich ist, in seiner Gewalt. Freilich ist nicht zu vermeiden, daß mit dem niedergeschlagenen Wasser auch eine gewisse Menge Alkohol mit verdichtet, und demnach die Ausbeute vermindert wird. Eine sich auf diesen Gegenstand beziehende Tabelle von Gröning findet paßlicher ihren Platz in dem Artikel Branntweinbrennerei.

Nach den Beobachtungen von Yelin und Fuchs liegt der Siedpunkt des absoluten Alkohols höher als der des 97prozentigen Weingeistes, so daß Weingeist von 94 Prozent fast denselben Siedpunkt hat, wie absoluter Alkohol, woraus sich schon zum Theil die Unmöglichkeit erklärt, durch bloße Destillation den Weingeist vollständig zu entwässern.

Eine sehr merkwürdige Methode der Entwässerung des Weingeistes ist von Sömmering entdeckt. Sie besteht darin, den Weingeist in eine Ochsenblase zu füllen, und so über einem warmen Ofen aufzuhängen. Die Membran befeuchtet sich und erweicht, indem sie Wasser, aber keinen Weingeist aufnimmt; ersteres verdunstet von der Oberfläche und wird von innen ersetzt, während der Alkohol zurückbleibt, und nach Verlauf einiger Wochen sich bis zu 97 Prozent konzentrirt. Man hat nur bei dieser, übrigens sehr einfachen Konzentrationsart einen bedeutenden Verlust an Alkohol, indem, wie es scheint, der obere, leer und trocken gewordene Theil der Blase den Alkoholdämpfen einen Durchgang gestattet, weshalb diese Prozedur mehr wissenschaftliches als technisches Interesse darbietet.

Die außerordentliche Wichtigkeit des Alkohols in seinen Verbindungen mit Wasser, also des Branntweines und Weingeistes, als Handelsartikel hat die Ermittlung des Gehaltes dieser Flüssigkeiten an reinem Alkohol zum Gegenstande der ausführlichsten und genauesten Forschungen gemacht. Als alleiniges Mittel zu diesem Zwecke dient die Bestimmung des spezifischen Gewichtes mittelst der Aräometer oder Alkoholometer.

Vom wissenschaftlichen Standpunkte aus würde es am richtigsten sein, den Prozentgehalt dem Gewichte nach anzugeben, weil dadurch die wahre Menge des in 100 Gewichtstheilen enthaltenen Alkohols und Wassers gegeben wäre. Da aber im Handel diese Flüssigkeiten selten gewogen, sondern gewöhnlich gemessen werden, so mußte es wünschenswerth sein, den Gehalt an Raumprozenten anzugeben, eine Methode, welche auch fast allgemeine Anwendung gefunden hat. Man erfährt aber dadurch nur den Gehalt an absolutem Alkohol, keineswegs den des Wassers. In einem Weingeist von 80 Raumprozenten Alkohol beträgt die Menge des Wassers nicht etwa 20 Prozent, sondern sie ist größer, weil, wie oben erwähnt, bei der Vermischung von Alkohol mit Wasser eine Raumverminderung eintritt, also die Mischung einen kleineren Raum einnimmt, als jener der beiden Flüssigkeiten vor der Mischung war.

Bei weitem die ausführlichsten und sorgfältigsten Untersuchungen über das spezifische Gewicht des Weingeistes von verschiedenen Stärkegraden sind im Auftrage der englischen Regierung von Gilpin angestellt, jedoch beziehen sich die gefundenen Werthe auf Gewichtsprozente.

Aus dem vorhin angeführten Grunde sind später im Jahre 1811 vom Professor Tralles in Berlin mit Zugrundelegung der Gilpin'schen Resultate die den verschiedenen Raumprozenten entsprechenden spezifischen Gewichte ermittelt.

Die hier folgende Tabelle gilt für die Normaltemperatur von 15.55° C. oder 12.44° R; und ist dabei das spezifische Gewicht des Wassers im Zustande seiner größten Dichtigkeit (also bei der Temperatur von 4° C.) = 10000 gesetzt. Sie gilt ferner, streng genommen, nur für ein gläsernes Aräometer.

Alkoholometrische Tabelle von Tralles.

Alkoholgehalt in 100 Maßtheilen Flüssigkeit.	Spezifisches Gewicht bei 15.55° C.	Unterschiede.	Alkoholgehalt in 100 Maßtheilen Flüssigkeit.	Spezifisches Gewicht bei 15.55° C.	Unterschiede.	Alkoholgehalt in 100 Maßtheilen Flüssigkeit.	Spezifisches Gewicht bei 15.55° C.	Unterschiede.	Alkoholgehalt in 100 Maßtheilen Flüssigkeit.	Spezifisches Gewicht bei 15.55° C.	Unterschiede.
0	9991	. .	11	9845	12	22	9731	10	33	9609	13
1	9976	15	12	9834	11	23	9720	11	34	9596	13
2	9961	15	13	9823	11	24	9710	10	35	9583	13
3	9947	14	14	9812	11	25	9700	10	36	9570	13
4	9933	14	15	9802	10	26	9689	11	37	9556	14
5	9919	14	16	9791	11	27	9679	10	38	9541	15
6	9906	13	17	9781	10	28	9668	11	39	9526	15
7	9893	13	18	9771	10	29	9657	11	40	9510	16
8	9881	12	19	9761	10	30	9646	11	41	9494	16
9	9869	12	20	9751	10	31	9634	12	42	9478	16
10	9857	12	21	9741	10	32	9622	12	43	9461	17

Alkoholgehalt in 100 Maßtheilen Flüssigkeit	Spezifisches Gewicht bei 15.55° C.	Unterschiede	Alkoholgehalt in 100 Maßtheilen Flüssigkeit	Spezifisches Gewicht bei 15.55° C.	Unterschiede	Alkoholgehalt in 100 Maßtheilen Flüssigkeit	Spezifisches Gewicht bei 15.55° C.	Unterschiede	Alkoholgehalt in 100 Maßtheilen Flüssigkeit	Spezifisches Gewicht bei 15.55° C.	Unterschiede
44	9444	17	59	9148	22	73	8817	25	87	8428	30
45	9427	17	60	9126	22	74	8791	26	88	8397	31
46	9409	18	61	9104	22	75	8765	26	89	8365	32
47	9391	18	62	9082	22	76	8739	26	90	8332	33
48	9373	18	63	9059	23	77	8712	27	91	8299	33
49	9354	19	64	9036	23	78	8685	27	92	8265	34
50	9335	19	65	9013	23	79	8658	27	93	8230	35
51	9315	20	66	8989	24	80	8631	27	94	8194	36
52	9295	20	67	8965	24	81	8603	28	95	8157	37
53	9275	20	68	8941	24	82	8575	28	96	8118	39
54	9254	21	69	8917	24	83	8547	28	97	8077	41
55	9234	20	70	8892	25	84	8518	29	98	8034	43
56	9213	21	71	8867	25	85	8488	30	99	7988	46
57	9192	21	72	8842	25	86	8458	30	100	7939	49
58	9170	22									

Die dritte Columne enthält die Unterschiede zwischen je zwei auf einander folgenden Zahlen der zweiten Columne, und dient zur schnellen Berechnung des Prozentgehaltes von Weingeist, dessen spezifisches Gewicht nicht genau mit einer der Zahlen der Tabelle übereinstimmt. Gesetzt, man habe einen Weingeist von 0.8340 spezifischem Gewicht. Diese Zahl findet sich nicht in der Tabelle. Man nehme also die beiden zunächst liegenden Zahlen nämlich 0.8332 und 0.8365, deren Differenz, wie die dritte Columne zeigt = 33 ist. Man nehme ferner die Differenz zwischen dem gefundenen specifischen Gewichte 0.8340, und dem nächst geringeren 0.8332, also 8, und setze nun die Proportion 33 : 8 = 1 (nämlich den Unterschied zwischen den Prozentgehalten für die spezifischen Gewichte 0.8332 und 0.8365, also zwischen 90 und 89) : $^8/_{33}$. Dieses von 90 subtrahirt gibt 89$^{25}/_{33}$ oder sehr nahe 89$^3/_4$ als den gesuchten Procentgehalt für das specifische Gewicht = 0.8340.

Diese Tabelle setzt, wie man sieht, den Gebrauch eines Aräometers oder einer sonstigen Methode voraus, durch welche das spezifische Gewicht des Alkohols bestimmt wird; und sie gewährt, vorausgesetzt, daß diese Bestimmung genau ausgeführt wurde, zuverlässige Resultate. Da jedoch gegenwärtig bei den so sehr erleichterten Verkehrsmitteln die Erlangung eines guten Alkoholometers keine großen Schwierigkeiten macht, diese Instrumente aber ohne jene Tabelle direkt den Prozentgehalt des Weingeistes mit für die gewöhnlichen Zwecke hinlänglicher Genauigkeit angeben, so ist ihr Gebrauch in Deutschland fast allgemein verbreitet. M. s. Aräometer.

In Gegenden, wo zu gleichem Zwecke noch andere Aräometer, als das von Baumé, Cartier oder Beck gebräuchlich sind, können die Grade derselben nach der in dem Artikel Aräometer vorkommenden Tabelle auf spezifisches Gewicht reduzirt, und dann mittelst der Tralles'schen Tabelle die Volumprozente des Alkohols gefunden werden.

Die folgende von Balling nach den Bestimmungen von Meißner ausgearbeitete Tabelle kann dazu dienen, um aus dem spezifischen Gewichte

den Alkoholgehalt des Weingeistes oder Branntweins in Gewichtsprozenten zu finden.

Tabelle zur Bestimmung der Gewichtsprozente des Alkohols aus dem spezifischen Gewichte; bei 14° R. oder 17½° C.

Prozente	Spez. Gew.	Prozente	Spez. Gew.	Prozente	Spez. Gew.	Prozente	Spez. Gew.	Prozente	Spez. Gew.
0	1.000	21	0.9699	41	0.9371	61	0.8925	81	0.8446
1	0.9982	22	9686	42	9350	62	8902	82	8422
2	9965	23	9673	43	9329	63	8879	83	8399
3	9948	24	9660	44	9308	64	8855	84	8376
4	9931	25	9647	45	9286	65	8831	85	8353
5	9914	26	9634	46	9264	66	8806	86	8329
6	9897	27	9621	47	9242	67	8781	87	8304
7	9878	28	9608	48	9219	68	8755	88	8279
8	9860	29	9594	49	9196	69	8729	89	8252
9	9844	30	9578	50	9173	70	8704	90	8225
10	9830	31	9561	51	9150	71	8680	91	8196
11	9817	32	9543	52	9127	72	8657	92	8166
12	9806	33	9524	53	9104	73	8635	93	8135
13	9796	34	9505	54	9082	74	8613	94	8104
14	7986	35	9486	55	9060	75	8590	95	8074
15	9775	36	9467	56	9038	76	8567	96	8045
16	9763	37	9448	57	9016	77	8543	97	8016
17	9751	38	9429	58	8994	78	8519	98	7988
18	9738	39	9410	59	8971	79	8494	99	7960
19	9725	40	9391	60	8948	80	8470	100	7932
20	9712								

Von großem Einfluß auf das spezifische Gewicht des Weingeistes ist die Temperatur. Könnten die Bestimmungen stets bei den in der Tabelle oder auf den Alkoholometern angegebenen Normaltemperaturen gemacht werden, so gäbe die gefundene Zahl ohne Weiteres den Prozentgehalt. Gewöhnlich aber wird die Flüssigkeit wärmer oder kälter sein, in welchem Falle dann die gefundene Zahl noch einer Korrektion bedarf. Die Wärme bewirkt eine Ausdehnung des Weingeistes, mithin ein geringeres spezifisches Gewicht, verursacht also dieselbe Wirkung wie ein vermehrter Gehalt an Alkohol, und es würde folglich dieser Gehalt zu groß gefunden werden, während ein zu kalter Weingeist ein größeres spezifisches Gewicht besitzt, daher ein ungünstigeres Resultat liefert.

Nach einer von Francoeur gegebenen Formel ist die erforderliche Korrektion wegen der Temperatur sehr leicht und mit ziemlicher Genauigkeit anzubringen. Sie kommt ganz einfach darauf hinaus, für jeden Grad Reaumur über oder unter der Normaltemperatur von 12° R. ein halbes Prozent nach Tralles abzuziehen oder zuzurechnen.

Bei genauerer Berechnung ist die Aufgabe nicht so einfach, denn es kann die Frage nach dem Alkoholgehalte in zweifachem Sinne aufgestellt werden, nämlich:

1. Die beobachtetete Temperatur eines Gemäßes Branntwein weicht von der Normaltemperatur ab; wie viel Raumprozent Alkohol enthält dasselbe, diesen letzteren von der Normaltemperatur angenommen?

2. Die beobachtete Temperatur eines Gemäßes Branntwein weicht von der Normaltemperatur ab; wie viel Raumprozente Alkohol würden

vorhanden sein, wenn dasselbe Gemäß des Branntweins die Normaltemperatur hätte?

Gesetzt, es seien 100 Maß Branntwein von 25° C. und das Alkoholometer zeige 40 Prozent. Die Beantwortung der ersten Frage nun würde in demselben 43.8906 Maß Alkohol von der Normaltemperatur = 15° C. angeben; bei Beantwortung der zweiten Frage dagegen finden wir, daß 100 Maaß desselben Branntweines, jedoch nicht bei der beobachteten, sondern bei der Normaltemperatur, wo wegen der größeren Dichtigkeit auch die vorhandene Menge der Flüssigkeit größer ist, 44.2 Maß Alkohol enthalten.

Zur Beantwortung dieser Fragen sind von Gay-Lussac ebenso genaue, wie bequeme Tabellen ausgearbeitet, von welchen wir die für den gewöhnlichen Gebrauch bequemste hier folgen lassen. Sie beantwortet die Frage nach dem Prozentgehalt in dem unter Nr. 1 angegebenen Sinne. Wenn also nach dem obigen Beispiele die zu prüfende Probe eine Temperatur von 25° C. und 48 Volumprozente Alkohol zeigten, so würden wir in der vorderen Spalte die Temperatur, also hier die Zahl 25, in der oberen die Zahl der gefundenen Alkoholometergrade, also 48, aufsuchen. Gehen wir von der letzteren herab bis zu der der Zahl 25 entsprechenden Horizontalreihe, so finden wir 43.9, d. h. in 100 Raumtheilen des Branntweines sind bei der obwaltenden Temperatur 43.9 Raumtheile Alkohol enthalten, letzterer von der Normaltemperatur (15° C.)

(Siehe diese Tabelle Seite 36 bis 40).

In Frankreich ist die Bestimmung nach Volumprozenten ebenfalls üblich, und das von Gay-Lussac angegebene Alkoholometer, welches bis auf unbedeutende Abweichungen mit dem Tralles'schen übereinkommt, dazu gesetzlich eingeführt; doch wird auch häufig das Cartier'sche Aräometer benutzt. M. s. Aräometer.

In England wird die Stärke des Weingeistes auf einen Normalspiritus von 0.92 spez. G. bei 62° F. zurückgeführt (das des Wassers bei derselben Temperatur = 1 gesetzt), welcher ziemlich nahe gleiche Theile absoluten Alkohol und Wasser enthält, indem man sagt, er enthalte eine gewisse Zahl über oder unter Probe. Z. B. ein Spiritus von 5 über Probe ist ein solcher, von welchem 100 Gallon noch einen Zusatz von 5 Gallon Wasser erhalten können, um auf die Stärke des Probespiritus gebracht zu werden; Spiritus von 5 unter Probe heißt, daß in 100 Gallon nur 95 Gallon Probespiritus enthalten sind.

Tabelle über den Alkoholgehalt des Weingeistes bei Temperaturen zwischen 0 und 30°C.

Temperatur.	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°
0°	1.3	2.4	3.4	4.4	5.4	6.5	7.5	8.6	9.7	10.9	12.2	13.4	14.7	16.1	17.5	19	20.4	21.7	23	24.3
1											...	13.4	14.7	16	17.3	18.7	20.1	21.4	22.7	24
2											...	13.4	14.7	16	17.2	18.6	19.9	21.2	22.4	23.7
3											...	13.3	14.6	15.9	17.1	18.3	19.7	20.9	22.1	23.4
4											...	13.3	14.5	15.8	16.9	18.1	19.4	20.7	21.9	23.1
5	1.4	2.5	3.5	4.5	5.5	6.6	7.7	8.7	9.8	10.9	12.1	13.2	14.4	15.7	16.8	18	19.2	20.5	21.6	22.8
6											...	13.1	14.3	15.6	16.7	17.8	19	20.3	21.4	22.5
7											...	13	14.2	15.4	16.6	17.7	18.8	20	21	22.1
8											...	13	14.1	15.3	16.4	17.5	18.6	19.7	20.7	21.8
9											...	12.9	14	15.1	16.2	17.3	18.4	19.5	20.5	21.6
10	1.4	2.4	3.4	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.6	11.7	12.7	13.8	14.9	16	17	18.1	19.2	20.2	21.3
11	1.3	2.4	3.4	4.4	5.4	6.4	7.4	8.4	9.4	10.5	11.6	12.6	13.6	14.7	15.8	16.8	17.9	19	20	21
12	1.2	2.3	3.3	4.3	5.3	6.3	7.3	8.3	9.3	10.4	11.5	12.5	13.5	14.6	15.6	16.6	17.6	18.7	19.7	20.7
13	1.2	2.2	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2	8.2	9.2	10.3	11.4	12.4	13.4	14.4	15.4	16.4	17.4	18.5	19.5	20.5
14	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.2	11.2	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2
15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
16	0.9	1.9	2.9	3.9	4.9	5.9	6.9	7.9	8.9	9.9	10.9	11.9	12.9	13.9	14.9	15.9	16.9	17.8	18.7	19.7
17	0.8	1.8	2.8	3.8	4.8	5.8	6.8	7.8	8.8	9.8	10.8	11.7	12.7	13.7	14.7	15.6	16.6	17.5	18.4	19.4
18	0.7	1.7	2.7	3.7	4.7	5.7	6.7	7.7	8.7	9.7	10.7	11.6	12.5	13.5	14.5	15.4	16.3	17.3	18.2	19.1
19	0.6	1.6	2.6	3.6	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.4	12.4	13.3	14.3	15.2	16.1	17	17.9	18.8
20	0.5	1.5	2.4	3.4	4.4	5.4	6.4	7.3	8.3	9.3	10.3	11.2	12.2	13.1	14	14.9	15.8	16.7	17.6	18.5
21	0.4	1.4	2.3	3.3	4.3	5.2	6.2	7.1	8.1	9.1	10.1	11	11.9	12.8	13.7	14.6	15.5	16.4	17.3	18.2
22	0.3	1.3	2.2	3.2	4.1	5.1	6.1	7	7.9	8.9	9.9	10.8	11.7	12.6	13.5	14.4	15.3	16.2	17	17.9
23	0.1	1.1	2.1	3.1	4	4.9	5.9	6.8	7.8	8.7	9.7	10.6	11.5	12.4	13.3	14.1	15	15.9	16.7	17.6
24	0.0	1	1.9	2.9	3.8	4.8	5.8	6.7	7.6	8.5	9.5	10.4	11.3	12.2	13.1	13.9	14.8	15.7	16.5	17.4
25	...	0.8	1.7	2.7	3.6	4.6	5.5	6.5	7.4	8.3	9.3	10.2	11.1	12	12.8	13.6	14.5	15.4	16.2	17.1
26	...	0.7	1.6	2.6	3.5	4.4	5.4	6.3	7.2	8.1	9	9.9	10.8	11.7	12.6	13.4	14.2	15.1	15.9	16.7
27	...	0.5	1.5	2.4	3.3	4.3	5.2	6.1	7	7.9	8.8	9.7	10.6	11.5	12.3	13.1	13.9	14.8	15.6	16.4
28	...	0.3	1.3	2.2	3.1	4.1	5	5.9	6.8	7.7	8.6	9.5	10.3	11.2	12	12.8	13.6	14.4	15.2	16
29	...	0.1	1.1	2	2.9	3.9	4.8	5.7	6.6	7.5	8.4	9.2	10.1	11	11.7	12.5	13.3	14.1	14.9	15.7
30	...	0.0	0.9	1.9	2.8	3.7	4.6	5.5	6.4	7.3	8.1	9	9.8	10.7	11.5	12.3	13	13.8	14.6	15.4

Tabelle über den Alkoholgehalt des Weingeistes bei Temperaturen zwischen 0 und 30°C.

Temperatur.	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°
0°	25.7	27.1	28.5	29.9	31.1	32.3	33.4	34.5	35.6	36.6	37.6	38.6	39.6	40.6	41.5	42.5	43.5	44.4	45.4	46.4
1	25.4	26.8	28.1	29.4	30.6	31.8	32.9	34	35.1	36.1	37.1	38.1	39.1	40.1	41.2	42.2	43.1	44.1	45	46
2	25	26.4	27.6	28.9	30.2	31.4	32.5	33.5	34.6	35.6	36.7	37.7	38.7	39.7	40.7	41.7	42.7	43.7	44.6	45.5
3	24.7	26	27.3	28.6	29.8	31	32.1	33.1	34.1	35.2	36.2	37.3	38.3	39.3	40.3	41.3	42.3	43.2	44.2	45.2
4	24.4	25.7	26.9	28.1	29.3	30.6	31.6	32.7	33.7	34.7	35.7	36.7	37.7	38.8	39.8	40.8	41.8	42.8	43.8	44.8
5	24.1	25.3	26.5	27.7	28.9	30.1	31.2	32.3	33.3	34.3	35.3	36.3	37.3	38.3	39.3	40.3	41.4	42.4	43.4	44.3
6	23.7	25	26.1	27.3	28.5	29.7	30.8	31.8	32.8	33.8	34.9	35.9	36.9	37.9	38.9	39.9	40.9	41.9	42.9	43.9
7	23.4	24.7	25.8	27	28.1	29.3	30.3	31.3	32.3	33.3	34.3	35.4	36.4	37.4	38.4	39.4	40.4	41.4	42.4	43.4
8	23	24.2	25.4	26.6	27.7	28.9	29.9	30.9	31.9	32.9	33.9	34.9	35.9	36.9	38	39	40	41	42	43
9	22.7	23.9	25	26.2	27.3	28.5	29.5	30.5	31.5	32.5	33.5	34.5	35.5	36.5	37.5	38.6	39.6	40.6	41.6	42.6
10	22.4	23.5	24.6	25.8	26.9	28	29.1	30.1	31.1	32.1	33.1	34.1	35.1	36.1	37.1	38.1	39.1	40.1	41.1	42.1
11	22.1	23.2	24.3	25.4	26.5	27.7	28.7	29.7	30.7	31.7	32.7	33.7	34.7	35.7	36.7	37.7	38.7	39.7	40.7	41.7
12	21.8	22.9	24	25.1	26.1	27.2	28.2	29.2	30.2	31.2	32.2	33.2	34.3	35.3	36.3	37.3	38.3	39.3	40.3	41.3
13	21.5	22.6	23.7	24.7	25.7	26.8	27.8	28.8	29.8	30.8	31.8	32.8	33.8	34.8	35.8	36.8	37.8	38.8	39.8	40.9
14	21.2	22.3	23.3	24.3	25.3	26.4	27.4	28.4	29.4	30.4	31.4	32.4	33.4	34.4	35.4	36.4	37.4	38.4	39.4	40.4
15	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
16	20.7	21.7	22.7	23.7	24.7	25.7	26.6	27.6	28.6	29.6	30.6	31.6	32.5	33.5	34.5	35.5	36.5	37.5	38.5	39.5
17	20.4	21.4	22.4	23.4	24.4	25.4	26.3	27.3	28.2	29.2	30.2	31.2	32.1	33.1	34.1	35.1	36.1	37.1	38.1	39.1
18	20.1	21.1	22	23	24	25	25.9	26.9	27.8	28.8	29.8	30.8	31.7	32.6	33.6	34.6	35.6	36.6	37.6	38.6
19	19.8	20.8	21.7	22.7	23.6	24.6	25.5	26.4	27.3	28.3	29.3	30.3	31.2	32.2	33.2	34.2	35.2	36.2	37.2	38.2
20	19.5	20.5	21.4	22.4	23.3	24.3	25.2	26.1	27	27.9	28.9	29.9	30.8	31.8	32.8	33.8	34.8	35.8	36.8	37.8
21	19.1	20.1	21.1	22.1	22.9	23.9	24.8	25.6	26.6	27.5	28.5	29.5	30.4	31.4	32.4	33.4	34.4	35.4	36.4	37.4
22	18.8	19.8	20.7	21.6	22.5	23.5	24.3	25.2	26.2	27.1	28.1	29.1	30	31	32	33	34	35	36	36.9
23	18.5	19.4	20.3	21.3	22.2	23.1	24	24.9	25.8	26.7	27.7	28.7	29.6	30.6	31.6	32.6	33.5	34.5	35.5	36.5
24	18.2	19.1	20	21	21.8	22.7	23.6	24.5	25.4	26.3	27.3	28.3	29.2	30.2	31.1	32.1	33.1	34.1	35.1	36.1
25	17.9	18.8	19.7	20.6	21.5	22.4	23.2	24.2	25.1	26	26.9	27.9	28.8	29.7	30.7	31.7	32.7	33.7	34.7	35.7
26	17.6	18.5	19.4	20.3	21.2	22.1	22.9	23.8	24.7	25.6	26.5	27.5	28.4	29.3	30.3	31.3	32.3	33.3	34.3	35.3
27	17.3	18.2	19.1	20	20.8	21.7	22.6	23.5	24.3	25.2	26.1	27.1	27.9	28.9	29.9	30.9	31.9	32.9	33.9	34.8
28	16.9	17.9	18.8	19.6	20.5	21.4	22.2	23.1	23.9	24.8	25.7	26.6	27.5	28.5	29.5	30.5	31.5	32.5	33.5	34.4
29	16.6	17.5	18.4	19.3	20.2	21	21.8	22.7	23.6	24.4	25.2	26.2	27.1	28.1	29.1	30.1	31.1	32.1	33.1	34
30	16.3	17.2	18.1	19	19.8	20.7	21.5	22.4	23.2	24	24.9	25.8	26.7	27.7	28.7	29.7	30.7	31.6	32.6	33.6

Tabelle über den Alkoholgehalt des Weingeistes bei Temperaturen zwischen 0 und 30°C.

Temperatur.	41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°	55°	56°	57°	58°	59°	60°
0°	47.4	48.4	49.3	50.3	51.3	52.3	53.2	54.1	55.1	56.1	57.1	58	59	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.8
1	47	48	48.9	49.9	50.8	51.8	52.8	53.7	54.7	55.7	56.7	57.6	58.6	59.6	60.6	61.6	62.5	63.5	64.5	65.5
2	46.5	47.5	48.5	49.5	50.4	51.4	52.3	53.3	54.3	55.3	56.3	57.2	58.2	59.2	60.2	61.2	62.1	63.1	64.1	65.1
3	46.2	47.1	48.1	49	50	51	52	52.9	53.9	54.8	55.8	56.8	57.8	58.8	59.8	60.8	61.7	62.7	63.7	64.7
4	45.8	46.7	47.7	48.7	49.6	50.6	51.5	52.5	53.5	54.5	55.5	56.5	57.4	58.4	59.4	60.3	61.3	62.3	63.3	64.3
5	45.3	46.2	47.2	48.2	49.2	50.2	51.1	52.1	53.1	54	55	56	57	58	59	60	60.9	61.9	62.9	63.9
6	44.9	45.8	46.8	47.8	48.8	49.8	50.8	51.7	52.7	53.7	54.7	55.6	56.6	57.5	58.5	59.5	60.5	61.5	62.5	63.5
7	44.4	45.4	46.4	47.4	48.4	49.4	50.4	51.3	52.3	53.2	54.2	55.2	56.2	57.1	58.1	59.1	60.1	61.1	62.1	63.1
8	44	45	46	47	47.9	48.9	49.9	50.9	51.9	52.9	53.9	54.9	55.8	56.8	57.8	58.8	59.8	60.8	61.8	62.8
9	43.6	44.6	45.6	46.6	47.5	48.5	49.5	50.5	51.5	52.5	53.5	54.5	55.4	56.4	57.4	58.4	59.4	60.4	61.4	62.4
10	43.1	44.1	45.1	46.1	47.1	48.1	49.1	50.1	51.1	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
11	42.7	43.7	44.7	45.7	46.7	47.7	48.7	49.7	50.7	51.7	52.7	53.7	54.6	55.6	56.6	57.6	58.6	59.6	60.6	61.6
12	42.3	43.3	44.3	45.3	46.3	47.3	48.3	49.3	50.3	51.2	52.2	53.2	54.2	55.2	56.2	57.2	58.2	59.2	60.2	61.2
13	41.9	42.9	43.9	44.9	45.9	46.9	47.9	48.9	49.9	50.9	51.9	52.8	53.8	54.8	55.8	56.8	57.8	58.8	59.8	60.8
14	41.4	42.4	43.4	44.4	45.4	46.4	47.4	48.4	49.4	50.4	51.4	52.4	53.4	54.4	55.4	56.4	57.4	58.4	59.4	60.4
15	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
16	40.6	41.6	42.6	43.6	44.6	45.6	46.6	47.6	48.6	49.6	50.6	51.6	52.6	53.6	54.6	55.6	56.6	57.6	58.6	59.6
17	40.1	41.1	42.1	43.1	44.1	45.2	46.2	47.2	48.2	49.2	50.2	51.2	52.2	53.2	54.2	55.2	56.2	57.2	58.2	59.2
18	39.7	40.7	41.7	42.7	43.7	44.8	45.8	46.8	47.8	48.8	49.8	50.8	51.8	52.8	53.8	54.8	55.8	56.8	57.8	58.8
19	39.3	40.3	41.3	42.4	43.4	44.4	45.4	46.4	47.4	48.4	49.4	50.4	51.4	52.4	53.4	54.4	55.4	56.4	57.4	58.4
20	38.9	39.9	40.9	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
21	38.4	39.4	40.4	41.5	42.5	43.5	44.6	45.6	46.6	47.6	48.6	49.6	50.6	51.6	52.6	53.6	54.6	55.6	56.6	57.6
22	38	39	40	41.1	42.1	43.1	44.1	45.1	46.1	47.1	48.1	49.1	50.1	51.1	52.2	53.2	54.2	55.2	56.2	57.2
23	37.6	38.6	39.6	40.6	41.6	42.6	43.6	44.6	45.7	46.7	47.7	48.8	49.8	50.8	51.8	52.8	53.8	54.8	55.8	56.8
24	37.2	38.2	39.2	40.2	41.2	42.2	43.3	44.3	45.3	46.3	47.3	48.4	49.4	50.4	51.4	52.4	53.4	54.4	55.4	56.4
25	36.7	37.7	38.7	39.8	40.8	41.9	42.9	43.9	44.9	46	47	48	49	50	51	52	53	54.	55	56
26	36.3	37.3	38.3	39.4	40.4	41.5	42.5	43.5	44.5	45.5	46.5	47.5	48.5	49.5	50.5	51.5	52.5	53.5	54.5	55.6
27	35.9	36.9	37.9	39	40	41.1	42.1	43.1	44.1	45.1	46.1	47.1	48.1	49.1	50.2	51.2	52.2	53.2	54.2	55.2
28	35.4	36.5	37.5	38.6	39.6	40.6	41.6	42.6	43.7	44.7	45.7	46.7	47.7	48.7	49.8	50.8	51.8	52.8	53.8	54.8
29	35	36.	37.1	38.1	39.1	40.2	41.2	42.2	43.3	44.3	45.3	46.3	47.3	48.4	49.4	50.4	51.4	52.4	53.4	54.4
30	34.6	35.6	36.6	37.7	38.7	39.8	40.8	41.8	42.8	43.8	44.9	45.9	47	48	49	50	51	52	53	54

Tabelle über den Alkoholgehalt des Weingeistes bei Temperaturen zwischen 0 und 30°C.

Temperatur.	61°	62°	63°	64°	65°	66°	67°	68°	69°	70°	71°	72°	73°	74°	75°	76°	77°	78°	79°	80°
0°	66.8	67.8	68.8	69.8	70.8	71.7	72.7	73.7	74.7	75.7	76.6	77.6	78.6	79.6	80.6	81.6	82.6	83.6	84.5	85.5
1	66.5	67.5	68.5	69.4	70.4	71.3	72.3	73.3	74.3	75.3	76.2	77.2	78.2	79.2	80.2	81.2	82.2	83.2	84.2	85.1
2	66.1	67.1	68.1	69.1	70.1	71	71.9	72.9	73.9	74.9	75.9	76.9	77.9	78.9	79.9	80.9	81.9	82.9	83.8	84.7
3	65.6	66.6	67.6	68.6	69.6	70.6	71.6	72.6	73.6	74.5	75.5	76.5	77.5	78.5	79.5	80.5	81.5	82.5	83.4	84.4
4	65.3	66.3	67.3	68.3	69.3	70.2	71.2	72.2	73.2	74.1	75.1	76.1	77.1	78.1	79.1	80.1	81.1	82.1	83	84
5	64.9	65.9	66.9	67.9	68.9	69.8	70.8	71.8	72.8	73.8	74.8	75.7	76.7	77.7	78.7	79.7	80.7	81.7	82.7	83.7
6	64.5	65.5	66.5	67.5	68.5	69.5	70.5	71.5	72.5	73.4	74.4	75.3	76.3	77.3	78.3	79.3	80.3	81.3	82.3	83.3
7	64.1	65.1	66.1	67.1	68.1	69.1	70.1	71.1	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	82.9
8	63.8	64.8	65.8	66.8	67.7	68.7	69.7	70.6	71.6	72.6	73.6	74.6	75.6	76.6	77.6	78.6	79.6	80.6	81.6	82.6
9	63.4	64.4	65.4	66.4	67.3	68.3	69.3	70.3	71.3	72.3	73.3	74.2	75.2	76.2	77.2	78.2	79.2	80.2	81.2	82.2
10	63	64	65	66	67	67.9	68.9	69.9	70.9	71.9	72.9	73.9	74.9	75.9	76.9	77.9	78.9	79.9	80.9	81.9
11	62.6	63.6	64.6	65.6	66.6	67.6	68.6	69.6	70.6	71.6	72.6	73.5	74.5	75.5	76.5	77.5	78.5	79.5	80.5	81.5
12	62.2	63.2	64.2	65.2	66.2	67.2	68.2	69.2	70.2	71.2	72.2	73.1	74.1	75.1	76.1	77.1	78.1	79.1	80.1	81.1
13	61.8	62.8	63.8	64.8	65.8	66.8	67.8	68.8	69.8	70.8	71.8	72.8	73.8	74.8	75.8	76.8	77.8	78.8	79.8	80.8
14	61.4	62.4	63.4	64.4	65.4	66.4	67.4	68.4	69.4	70.4	71.4	72.4	73.4	74.4	75.4	76.4	77.4	78.4	79.4	80.4
15	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
16	60.6	61.6	62.6	63.6	64.6	65.6	66.6	67.6	68.6	69.6	70.6	71.6	72.6	73.6	74.6	75.6	76.6	77.6	78.6	79.6
17	60.2	61.2	62.2	63.2	64.2	65.2	66.2	67.2	68.2	69.2	70.2	71.2	72.2	73.2	74.2	75.2	76.2	77.2	78.2	79.2
18	59.8	60.8	61.8	62.8	63.8	64.8	65.8	66.8	67.8	68.8	69.8	70.8	71.8	72.8	73.8	74.9	75.9	76.9	77.9	78.9
19	59.4	60.4	61.4	62.5	63.5	64.5	65.5	66.5	67.5	68.5	69.5	70.5	71.5	72.5	73.5	74.5	75.5	76.5	77.5	78.5
20	59	60	61	62	63	64	65.1	66.1	67.1	68.1	69.1	70.1	71.1	72.1	73.1	74.1	75.1	76.1	77.1	78.1
21	58.6	59.6	60.7	61.7	62.7	63.7	64.7	65.7	66.7	67.7	68.7	69.7	70.7	71.7	72.7	73.7	74.7	75.8	76.8	77.8
22	58.2	59.2	60.3	61.3	62.3	63.3	64.3	65.3	66.3	67.3	68.3	69.3	70.3	71.3	72.3	73.3	74.3	75.4	76.4	77.4
23	57.8	58.8	59.8	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.9	66.9	67.9	68.9	70	71	72	73	74	75	76	77
24	57.4	58.4	59.4	60.5	61.5	62.5	63.5	64.5	65.5	66.5	67.5	68.5	69.6	70.6	71.6	72.6	73.6	74.6	75.6	76.6
25	57	58	59	60.1	61.1	62.1	63.1	64.1	65.1	66.1	67.1	68.1	69.2	70.2	71.2	72.2	73.2	74.2	75.3	76.3
26	56.6	57.6	58.6	59.6	60.7	61.7	62.7	63.7	64.7	65.7	66.7	67.7	68.8	69.8	70.8	71.8	72.8	73.8	74.8	75.9
27	56.2	57.2	58.3	59.3	60.3	61.3	62.3	63.3	64.3	65.3	66.3	67.3	68.4	69.4	70.4	71.4	72.4	73.4	74.4	75.5
28	55.8	56.8	57.8	58.8	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	66	67	68	69.1	70.1	71.1	72.1	73.1	74.1	75.1
29	55.4	56.4	57.4	58.5	59.5	60.5	61.5	62.5	63.5	64.5	65.6	66.6	67.7	68.7	69.7	70.7	71.7	72.7	73.7	74.7
30	55	56	57.1	58.1	59.1	60.1	61.1	62.1	63.1	64.1	65.2	66.2	67.3	68.3	69.3	70.3	71.3	72.3	73.3	74.3

Tabelle über den Alkoholgehalt des Weingeistes bei Temperaturen zwischen 0 und 30°C.

Temperatur	81°	82°	83°	84°	85°	86°	87°	88°	89°	90°	91°	92°	93°	94°	95°	96°	97°	98°	99°	100°
0°	86.4	87.4	88.3	89.2	90.2	91.2	92.2	93.1	94	95	95.9	96.8	97.7	98.6	99.5	100.3	101.2			
1	86.1	87	88	89	89.9	90.8	91.8	92.8	93.7	94.6	95.6	96.5	97.4	98.3	99.2	100	100.9			
2	85.7	86.6	87.6	88.6	89.6	90.5	91.5	92.4	93.4	94.3	95.2	96.1	97	97.9	98.9	99.8	100.7			
3	85.3	86.3	87.3	88.3	89.2	90.2	91.2	92.1	93	94	94.9	95.8	96.7	97.7	98.6	99.5	100.4			
4	85	86	87	88	88.9	89.9	90.8	91.8	92.7	93.7	94.6	95.5	96.4	97.4	98.3	99.2	100.1	101		
5	84.7	85.6	86.6	87.6	88.5	89.5	90.5	91.4	92.4	93.3	94.3	95.2	96.2	97.1	98	98.9	99.8	100.7		
6	84.3	85.3	86.3	87.3	88.2	89.2	90.1	91	92	93	93.9	94.9	95.9	96.8	97.7	98.7	99.6	100.5		
7	83.9	84.9	85.9	86.9	87.9	88.8	89.8	90.7	91.7	92.6	93.6	94.6	95.6	96.5	97.4	98.4	99.3	100.2		
8	83.6	84.6	85.6	86.5	87.5	88.5	89.4	90.4	91.3	92.3	93.3	94.3	95.3	96.2	97.1	98.1	99	99.9		
9	83.2	84.2	85.2	86.2	87.1	88.1	89.1	90	91	92	93	94	95	95.9	96.8	97.8	98.7	99.7	100	
10	82.8	83.8	84.8	85.8	86.8	87.8	88.7	89.7	90.7	91.7	92.7	93.7	94.7	95.6	96.5	97.5	98.5	99.4	100.4	
11	82.5	83.4	84.4	85.4	86.4	87.4	88.4	89.4	90.4	91.4	92.4	93.3	94.3	95.3	96.2	97.2	98.2	99.1	100.1	
12	82.1	83.1	84.1	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	95.9	96.9	97.9	98.8	99.8	
13	81.8	82.8	83.8	84.8	85.7	86.7	87.7	88.7	89.7	90.7	91.7	92.7	93.7	94.6	95.6	96.6	97.6	98.6	99.5	
14	81.4	82.4	83.4	84.4	85.4	86.4	87.4	88.3	89.3	90.3	91.3	92.3	93.3	94.3	95.3	96.3	97.3	98.3	99.3	
15	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
16	80.6	81.6	82.6	83.6	84.6	85.6	86.6	87.6	88.6	89.6	90.7	91.7	92.7	93.7	94.7	95.7	96.7	97.7	98.7	99.7
17	80.2	81.2	82.2	83.2	84.2	85.2	86.2	87.2	88.2	89.3	90.3	91.3	92.4	93.4	94.4	95.4	96.4	97.4	98.5	99.5
18	79.9	80.9	81.9	82.9	83.9	84.9	85.9	86.9	87.9	88.9	89.9	91	92	93	94	95.1	96.1	97.1	98.2	99.2
19.	79.5	80.5	81.6	82.6	83.6	81.6	85.6	86.6	87.6	88.6	89.6	90.7	91.7	92.7	93.7	94.8	95.8	96.9	97.9	98.9
20	79.1	80.1	81.2	82.2	83.2	84.2	85.2	86.2	87.2	88.2	89.2	90.3	91.3	92.4	93.4	94.5	95.5	96.6	97.6	98.6
21	78.7	79.7	80.8	81.8	82.8	83.8	84.8	85.9	86.9	87.9	88.9	90	91	92	93.1	94.1	95.2	96.3	97.3	98.4
22	78.4	79.4	80.4	81.4	82.4	83.4	84.4	85.5	86.5	87.6	88.6	89.6	90.7	91.8	92.8	93.9	94.9	96	97	98.1
23	78	79	80.1	81.1	82.1	83.1	84.1	85.1	86.1	87.2	88.3	89.3	90.4	91.4	92.4	93.5	94.6	95.7	96.7	97.8
24	77.6	78.6	79.7	80.7	81.7	82.7	83.7	84.7	85.7	86.8	87.9	88.9	90	91.1	92.1	93.2	94.3	95.3	96.4	97.5
25	77.3	78.3	79.3	80.3	81.3	82.3	83.4	84.4	85.4	86.5	87.5	88.6	89.7	90.7	91.8	92.9	93.9	95	96.1	97.2
26	76.9	77.9	78.9	79.9	80.9	81.9	82.9	84	85	86.1	87.2	88.2	89.3	90.4	91.5	92.5	93.6	94.7	95.8	97
27	76.5	77.5	78.5	79.5	80.5	81.6	82.6	83.6	84.7	85.7	86.8	87.9	89	90	91.1	92.2	93.3	94.4	95.5	96.7
28	76.1	77.1	78.2	79.2	80.2	81.3	82.3	83.3	84.3	85.4	86.5	87.5	88.6	89.7	90.8	91.9	93	94.1	95.2	96.4
29	75.7	76.8	77.8	78.8	79.8	80.9	81.9	83	84	85	86.1	87.2	88.2	89.3	90.4	91.6	92.7	93.8	94.9	96.1
30	75.3	76.4	77.4	78.4	79.4	80.5	81.5	82.6	83.6	84.7	85.8	86.9	87.9	89	90.1	91.2	92.4	93.5	94.6	95.8

Aloe=Hanf, ein starker, langer, spinnbarer, glänzend gelblichweißer Faserstoff, welcher in Mexiko, Südamerika und neuerlich in Algier aus den Blättern einiger Agave=Arten (Agave americana, A. foetida, A. vivipara, A. sisalana) gewonnen und zu Strick= und Tauwerk verarbeitet wird. Ein sehr ähnliches Produkt ist der Pite=Hanf in Peru und Neugranada. Verglichen mit gewöhnlichen Hanftauen zeichnen sich die Taue von Aloe=Hanf durch Leichtigkeit und bedeutend größere Festigkeit aus. Als Mode=Artikel sind damastartige Möbelstoffe mit seidenem Aufzuge und Einschuß von Aloe=Hanf verfertigt worden.

Aludel, ein birnförmiges, an beiden Enden offenes Gefäß, welches in einzelnen Fällen bei Destillationen als Vorlage gebraucht wird, wobei oft eine große Anzahl solcher Gefäße zur Anwendung kommt, indem man allemal die untere Oeffnung des einen in den Hals des nächsten steckt. Eine solche Zusammensetzung führt den alterthümlichen Namen Aludelschnur. Vielleicht die einzige noch jetzt übliche Anwendung derselben kommt bei der Quecksilbergewinnung in Spanien vor. M. s. Quecksilber.

Amalgam. Jede Verbindung oder Legirung von Quecksilber mit einem anderen Metalle nennt man ein Amalgam dieses letztern, z. B. Zinn=, Silber=, Gold=Amalgam.

Amalgamation. Ein eigenthümlicher Hüttenproceß, der sehr im Großen betrieben wird, und dazu dient, Silber und Gold mittelst Quecksilber aus gewissen Erzen auszuziehen. M. s. Silber.

Ambos, eine Eisenmasse, deren obere Seite (die Bahn) verstählt und gewöhnlich flach ist; dient den Schmieden und anderen Handwerkern, um Metalle mit dem Hammer darauf zu bearbeiten. Die meisten Ambosse sind oben mit einem horizontal auslaufenden kegelförmigen Ansatze (Horn) versehen, auf welchem man Metallstücke rund biegt, Ringe und kurze Rohrstücke schweißt, ꝛc. Große Ambosse werden aus mehreren durch Zusammenschweißen verbundenen Stücken gebildet; die Stahlbelegung der Bahn wird ebenfalls aufgeschweißt, dann aber gehärtet, zu welchem Zwecke man den ganzen Ambos roth glühend macht und in kaltem — am besten fließendem — Wasser ablöscht. Nach dem Härten wird die Bahn auf einem Schleifsteine abgeschliffen und zuweilen (bei Ambossen zu feineren Arbeiten) feingeschliffen, in besonderen Fällen sogar mittelst Kolkothar hoch glänzend polirt. Die größten Ambosse der Grobschmiede wiegen bis 600 Pfd., die kleineren der Nagel= und Feilenschmiede nur 50 bis 80 Pf.; die Klempner, Silberarbeiter ꝛc. gebrauchen Ambosse von noch weit geringerer Größe, sehr mannigfaltigen Formen und danach verschiedenen Benennungen.

Ambra. Eine krankhafte Sekretion der Leber des Pottfisches, die man gewöhnlich auf dem Meere schwimmend antrifft. Man findet diese Substanz besonders an den Küsten von Koromandel, Japan, den Molukken und Madagaskar; doch will man sie auch zuweilen schon aus dem Mastdarme der Pottfische der Südsee ausgenommen haben. Sie hat eine hellgraue Farbe, oft mit einem schwarzen Strich, mitunter ist sie auch gelb und schwarz marmorirt. Sie besitzt einen starken, angenehmen Geruch, einen fettartigen Geschmack, ist leichter als Wasser, schmilzt bei 60°, löst sich leicht in absolutem Alkohol, Aether, fetten und flüchtigen Oelen. Der wesentliche Bestandtheil, den man Ambreïn oder Amberfett genannt hat, beträgt ungefähr 85 Prozent, und läßt sich durch Digestion der rohen Ambra mit Alkohol von 0.827 spez. Gew., Filtriren und spontane Verdunstung des Alkohols darstellen. Man erhält das Ambreïn so in Gestalt einer weißen, zarten fafrigen Masse. Durch Behandlung mit Salpetersäure liefert es Amberfettsäure. Man benutzt die Ambra zu Parfümerien.

Amethyst. Ein durch Mangan violett gefärbter Bergkrystall. Die Farbe kommt in sehr verschiedenen Graden der Intensität vor, und verläuft zuweilen, obwohl selten, in's Rosenrothe. Bei den Alten stand er im Rufe besonderer Wirksamkeit gegen den Rausch, daher sie ihn ἀμέθυστος (trunkwidrig) nannten und als Amulet trugen. Er wird häufig zu Ring- und Petschaftsteinen geschliffen, steht aber als Edelstein in geringem Werthe. Von ihm wesentlich verschieden ist der bei den Juwelieren sogenannte orientalische Amethyst, eine violette Abänderung des Saphirs.

Amiant. Ein in seidenglänzenden, biegsamen Fasern vorkommendes, der Hornblende sehr nahe verwandtes Mineral, auch Asbest genannt. Die Fasern sind bald mehr, bald weniger lang; bald lose zusammenhängend, parallellaufend und daher leicht trennbar (Bergflachs, Amiant), bald wie gefilzt (Bergkork, Bergleder), bald fest zu einer steinartigen Masse mit einander verwachsen (gemeiner Asbest). Die Farbe ist entweder weiß, bräunlichgrau oder hellgrün. Er findet sich häufig im Serpentin, in welchem er Gänge von verschiedener Mächtigkeit bildet und zwar in der Art, daß die Richtung der Fasern ziemlich rechtwinklig gegen die Seiten des Ganges ist; so daß mithin die Länge der Fasern mit der Mächtigkeit des Ganges übereinstimmt. Die Festigkeit der Fasern ist gemeiniglich so gering, daß sie sich mit der größten Leichtigkeit zerreißen lassen; zuweilen jedoch größer, obwohl sie hinter der Festigkeit des Flachses weit zurücksteht. Dieser festere Bergflachs kommt besonders ausgezeichnet in der Gegend von Mailand vor, während das Zillerthal in Tirol vorzugsweise den schneeweißen, seidenglänzenden Asbest von geringer Festigkeit liefert. Man hat vielfältig aus Asbest, mit oder ohne Vermischung mit Flachsfasern, Garn, Leinwand, Papier u. dgl. verfertigt, die sich durch ihre Unverbrennlichkeit auszeichnen; allein eine ernste Anwendung ist von solchen Produkten nie gemacht worden. Zur Zeit der chemischen Feuerzeuge war der Verbrauch von Asbest, zur Füllung der Fläschchen, wo er die Bestimmung hatte, die in diesen befindliche Schwefelsäure einzusaugen, damit die Zündhölzer nicht zu sehr von der Schwefelsäure befeuchtet würden, sehr bedeutend.

Ammoniak. Eine Verbindung von Stickstoff mit Wasserstoff in dem Verhältnisse von 1 Raumtheile des ersteren gegen 3 Raumtheile des letzteren, verdichtet auf 2 Raumtheile. Besteht in 100 Gewichtstheilen aus 82.38 Stickstoff und 17.62 Wasserstoff.

Ein farbloses Gas von sehr starkem eigenthümlichen Geruch. Spec. Gew. 0.5912. Es läßt sich durch vereinte Einwirkung von Druck und Kälte zu einer tropfbaren Flüssigkeit von 0.76 sp. Gew. verdichten; ist nicht brennbar, und löscht brennende Körper aus. Wasser von mittlerer Temperatur absorbirt ein 460faches Volumen Ammoniakgas, oder nahe $1/_3$ seines Gewichtes, und die so gebildete Flüssigkeit wird Ammoniak-Flüssigkeit, Aetzammoniak, Salmiakgeist genannt. Sie besitzt ganz den Geruch des Gases, hat einen sehr brennenden Geschmack, und reagirt stark alkalisch.

Um Ammoniakgas zu bereiten, wird eine Mischung von Salmiak mit der doppelten Menge gebrannten Kalkes, beide fein pulverisirt, in einer eisernen, oder, bei kleinen Mengen, in einer gläsernen Retorte erhitzt. Das sich entwickelnde Gas wird über Quecksilber aufgefangen, während in der Retorte Chlorkalzium nebst dem überflüssig vorhandenen Kalk zurückbleibt.

Gewöhnlich wird das Gas nur in der Absicht dargestellt, um es sogleich in Wasser zu leiten, in welchem Falle durch Zusatz von Wasser zu den in der Retorte befindlichen Substanzen der Prozeß außerordentlich erleichtert werden kann. Nach neueren Beobachtungen von Mohr ist dabei die Menge des zugesetzten Wassers von wesentlichem Einfluß auf die

Menge des entwickelten Ammoniaks. Er empfiehlt eine Mengung von 4 Gewichtstheilen Salmiak, 5 Th. Kalk und 4 Th. Wasser. Sehr wirksam ist eine Vorrichtung, wodurch die Masse beständig umgerührt wird.

Wo es sich um ein chemisch reines Präparat handelt, bedient man sich des Woulfe'schen Apparates, um das Gas vor seiner vollständigen Absorption durch eine kleine Menge Kalkmilch zu leiten. Das spezifische Gewicht des flüssigen Ammoniaks ist um so geringer, je größer der Gehalt an Ammoniak.

Tabelle über den Gehalt des flüssigen Ammoniaks, nach Ure.

Ammoniak-Flüssigkeit von 0.9 spez. Gewicht.	Ammoniak-prozente.	Wasser-prozente.	Spez. Gew. durch Versuche ermittelt.	Mittleres berechnetes spez. Gewicht.
100	26.500	73.500	0.9000	
95	25.175	74.825	0.9045	0.90452
90	23.850	76.150	0.9090	0.90909
85	22.525	77.475	0.9133	0.91370
80	21.200	78.800	0.9177	0.91838
75	19.875	80.125	0.9227	0.92308
70	18.550	81.450	0.9275	0.92780
65	17.225	82.775	0.9320	0.93264
60	15.900	84.100	0.9363	0.93750
55	14.575	85.425	0.9410	0.94241
50	13.250	86.750	0.9455	0.94737
45	11.925	88.075	0.9510	0.95238
40	10.600	89.400	0.9564	0.95744
35	9.275	90.725	0.9614	0.96256
30	7.950	92.050	0.9662	0.96774
25	6.625	93.375	0.9716	0.97297
20	5.300	94.700	0.9768	0.97826
15	3.975	96.025	0.9828	0.98360
10	2.650	97.350	0.9887	0.98900
5	1.325	98.675	0.9945	0.99447

Ammoniak entsteht bei sehr vielen chemischen Prozessen, insbesondere bei der trockenen Destillation und der Fäulniß organischer, vorzüglich thierischer Substanzen; die Hauptquelle der Ammoniakgewinnung sind gegenwärtig die Gasbeleuchtungsanstalten, in welchen bei Bereitung des Steinkohlengases eine wässerige Flüssigkeit als Nebenprodukt gewonnen wird, welche kohlensaures und schwefelwasserstoffsaures Ammoniak enthält, und aus welcher mit sehr geringen Kosten große Quantitäten Salmiak und schwefelsaures Ammoniak dargestellt werden.

Das Ammoniak ist bei chemischen Arbeiten eines der gewöhnlichsten Reagentien; es wird außerdem in der Pharmazie, und bei einigen chemischen Fabrikationen, jedoch nicht in großem Umfange, gebraucht.

Ammoniakgummi. Ein Gummiharz, der eingedickte Saft einer Umbellifere, Dorema armeniacum, welche in Persien wächst. Es kommt im Handel theils in Gestalt kleiner, weißer, zusammengebackener Körner oder Thränen, theils in braunen Klumpen vor, welche viele Unreinigkeiten enthalten. Der Geruch ist unangenehm, dem des Stinkasantes nicht unähnlich; der Geschmack bitter. Besteht nach Braconnot aus 70 Harz, 18.4 Gummi, 4.4 Pflanzenleim, 7.2 Wasser und flüchtigem Oel. Es wird in der Medizin, auch wohl zu Kitten gebraucht. M. s. Hausenblase.

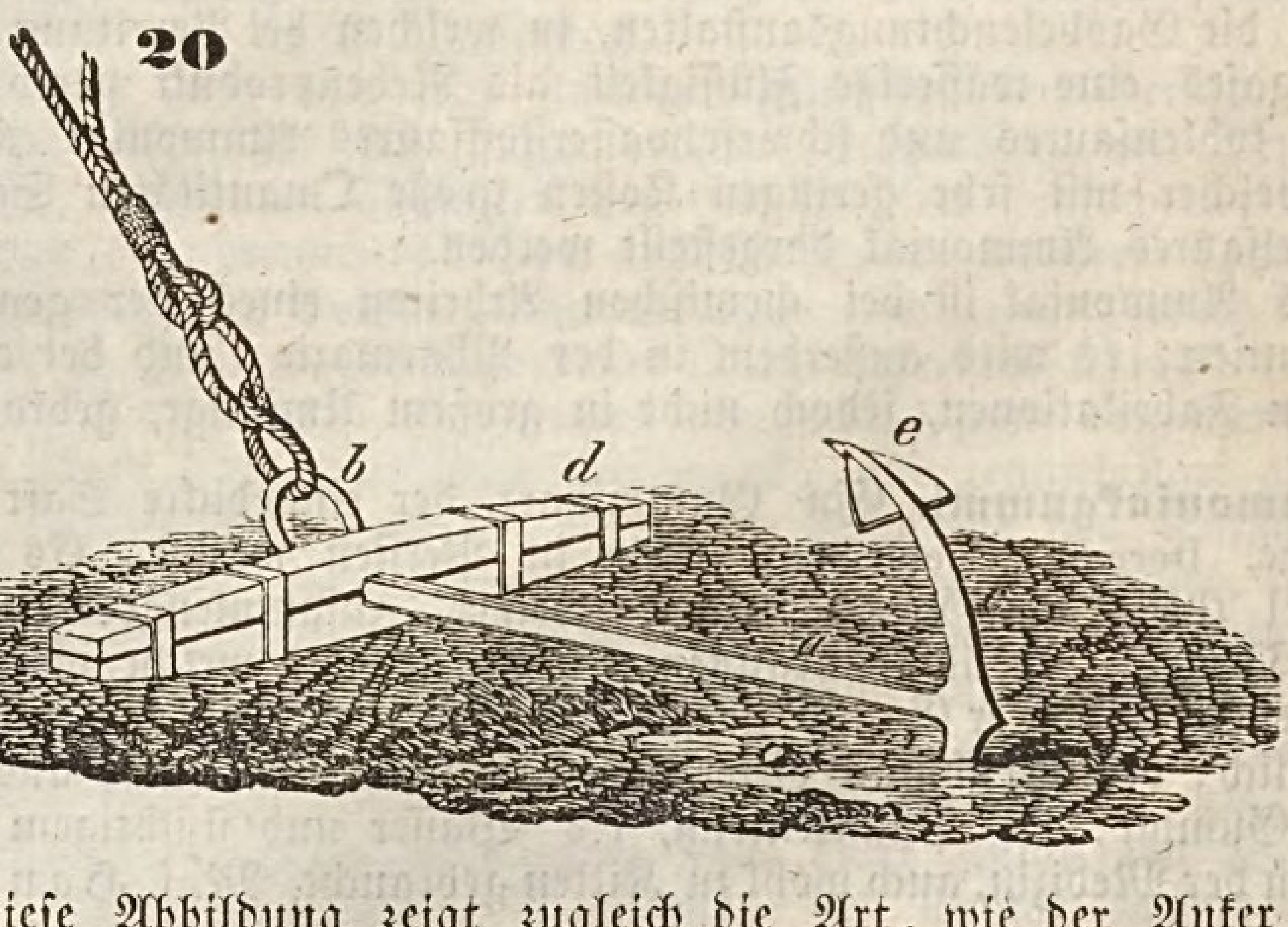
Ananas-Hanf oder Pinna ist der feine, weiße, seidenartig glänzende Faserstoff aus den Blättern der Ananaspflanze (Bromelia ananas oder

Ananassa sativa.) Wenn diese Blätter in der Periode zwischen ihrem vollendeten Wachsthum und der Reife der Frucht abgepflückt, dann mittelst eines Messers von den Stacheln am Rande befreit, und auf einem Holzblocke mit einem hölzernen Hammer geklopft werden, so sondern sich die Fasern ab, welche man endlich durch Waschen von dem grünen Fleische reinigt. Man kann daraus Gespinnste und Gewebe von ziemlicher Feinheit verfertigen.

Anime. Ein Harz von hell bräunlich gelber Farbe, durchscheinend und spröde. Es fließt aus dem Kourbarilbaume, der in Cajenne und mehreren Theilen von Südamerika wächst; kommt in unregelmäßigen Stücken von verschiedener Größe vor, und schließt oft eine solche Menge von Insekten noch lebender Spezies ein, daß man ihm nach diesem Umstande den Namen animé (belebt) nicht mit Unrecht gegeben hat. Es besitzt durch einen sehr geringen Gehalt eines flüchtigen Oels einen angenehmen Geruch. Verschiedene von Ure untersuchte Animesorten zeigten ein spez. Gewicht von 1.054 bis 1.057. Bei sehr vorsichtig geleiteter Erhizzung kann es geschmolzen werden, ohne seine Farbe zu ändern, wobei sich angenehm riechende Dämpfe entwickeln, die nach Ure Bernsteinsäure enthalten sollen. Weder kalter Alkohol noch Kautschuköl löst, nach Ure, das ächte Amineharz auf, eine Mischung beider zu gleichen Theilen erweicht es zu einer zitternden Gallerte, ohne es jedoch zu einer filtrirbaren Flüssigkeit aufzulösen. In kochendem Weingeist ist es auflöslich. Es wird häufig zu Firnissen benutzt. M. s. Firniß.

Anker. Ein eiserner Haken von beträchtlicher Größe und Schwere, der an dem Ankertau auf den Grund des Wassers hinabgelassen wird, sich hier festlegt und auf solche Weise das Schiff an seiner Stelle erhält. Er ist für die Schifffahrt ein Geräth von der äußersten Wichtigkeit, da bei vielen Gelegenheiten die Sicherheit eines Schiffes wesentlich von dem Halten des Ankers abhängt, besonders in der Nähe eines dem Winde gegenüberliegenden Ufers, wo es sonst leicht stranden oder Schiffbruch leiden könnte. Die Anker werden aus Eisen unter großen Hämmern geschmiedet, und sind von verschiedener Gestalt. Am gewöhnlichsten ist diejenige Form, welche aus der perspektischen Ansicht Figur 20 her-

20

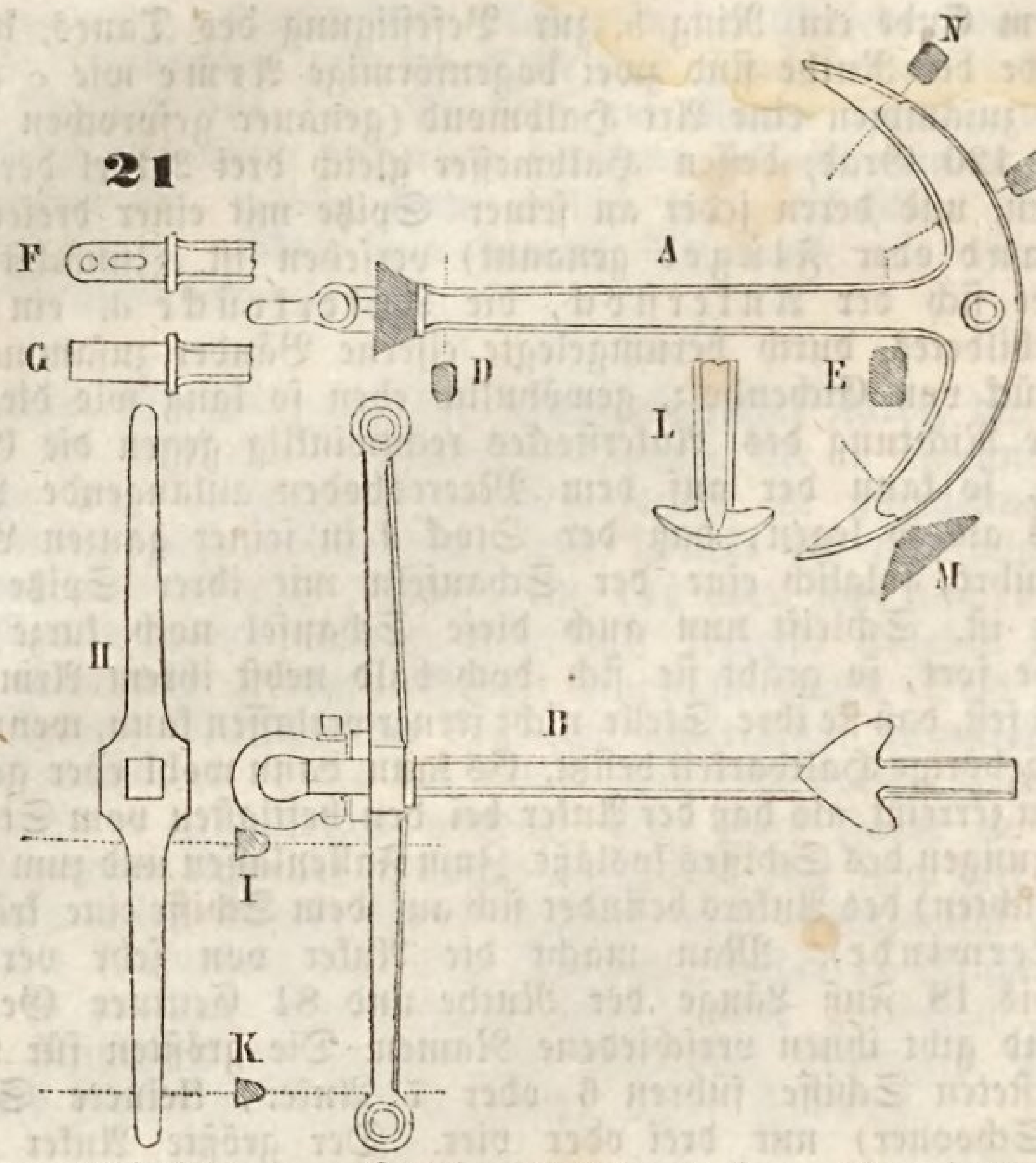


vorgeht. Diese Abbildung zeigt zugleich die Art, wie der Anker durch das Eindringen eines seiner Arme in den Meeresboden zur Wirkung kommt. Die Ankerruthe oder der Schaft a ist ein starker Eisenstab,

in dem an einem Ende ein Ring b, zur Befestigung des Taues, hängt. Am andern Ende der Ruthe sind zwei bogenförmige Arme wie c angeschweißt, welche zusammen eine Art Halbmond (genauer gesprochen einen Kreisbogen von 120 Grad, dessen Halbmesser gleich drei Achtel der Ruthenlänge) bilden, und deren jeder an seiner Spitze mit einer dreieckigen Schaufel e (Hand oder Flügel genannt) versehen ist. Zunächst dem Ringe b befindet sich der Ankerstock, die Ankerkrücke d, ein aus zwei Theilen gebildetes, durch herumgelegte eiserne Bänder zusammengehaltenes Querstück von Eichenholz, gewöhnlich eben so lang wie die Ankerruthe. Da die Richtung des Ankerstockes rechtwinklig gegen die Ebene der Arme steht, so kann der auf dem Meeresboden anlangende Anker sich nicht anders als so legen, daß der Stock d in seiner ganzen Länge den Grund berührt, folglich eine der Schaufeln mit ihrer Spitze nach unten gewendet ist. Schleift nun auch diese Schaufel noch kurze Zeit auf dem Grunde fort, so gräbt sie sich doch bald nebst ihrem Arme ein und sitzt dann so fest, daß sie ihre Stelle nicht ferner verlassen kann, wenn nur der Ankergrund gehörige Haltbarkeit besitzt. Es kann dann wohl eher geschehen, daß das Tau zerreißt, als daß der Anker bei den heftigsten vom Sturme erzeugten Bewegungen des Schiffes losläßt. Zum Fallenlassen und zum Wiederaufwinden (Lichten) des Ankers befindet sich auf dem Schiffe eine kräftige Winde (s. Ankerwinde). Man macht die Anker von sehr verschiedener Größe (bis 18 Fuß Länge der Ruthe und 84 Centner Gewicht des Ganzen) und gibt ihnen verschiedene Namen. Die größten für weite Reisen ausgerüsteten Schiffe führen 6 oder 7 Anker, kleinere Schiffe (Briggs und Schooner) nur drei oder vier. Der größte Anker heißt Haupt- oder Pflichtanker; auf diesen folgen in der Reihe nach abnehmender Größe: der Raum- oder Nothanker, Buganker, Taglichsanker oder tägliche Anker, Teianker oder kleine Buganker, große Wurfanker und kleine Wurfanker. Zum Ankerschmieden sind sehr schwere, durch Dampf- oder Wasserkraft bewegte Hämmer und Krahne zum Heben und Regieren der gewaltigen Eisenmassen erforderlich. Statt eines eigentlichen mit Stiel versehenen Hammers wendet man oft einen großen Eisenblock an, der zwischen senkrechten Balken oder Leitstangen in die Höhe gezogen wird und beim Herabfallen einen mächtigen Schlag ausübt, wie der Bär einer zum Pfähleeinschlagen dienenden Ramme; in verbesserter Gestalt ist der jetzt gebräuchliche Dampfhammer eine Vorrichtung dieser Art (s. den Artikel Dampfhammer). Die einzelnen Theile des Ankers (Ruthe, Arme, Hände) werden aus aufeinandergelegten Eisenschienen zusammengeschweißt, dann durch Schweißung in ein Ganzes vereinigt. Das Einzelne der hierbei angewendeten Verfahrungsarten läßt mancherlei Verschiedenheiten zu, die denn in der That auch vorkommen. Bevor man sie in Gebrauch nimmt, müssen die Anker einer sehr scharfen Probe auf ihre Haltbarkeit unterzogen werden, entweder indem man sie aus bedeutender Höhe auf ein Lager von alten Kanonen oder eine andere Eisenmasse fallen läßt, wobei keine Beschädigung entstehen darf; oder (besser) auf die Weise, daß man die Arme, einen nach dem andern, gegen ein unbewegliches Hinderniß stützt und das in dem Ringe der Ankerruthe befestigte Ankertau anzieht, bis es zerreißt.

Abweichende Konstruktionen der Anker, die in ziemlicher Zahl erfunden sind, werden hier füglich übergangen, da sie für den größten Theil der Leser wenig Interesse darbieten. Nur einer einzigen, durch die Erfahrung bereits sehr bewährten neueren Art, des von Lieutenant William Rodger erfundenen, in England patentirten Ankers mit kleinen Flügeln (Rodger's small-palmed anchor) soll mit Hülfe der Figur 21 etwas näher gedacht werden. A ist eine Seitenansicht dieses Ankers, worin der Stock

21



im Durchschnitte vorgestellt erscheint; B der Grundriß, wo man den Stock vollständig sieht; C die hintere Endansicht, welche schon durch ihre Stellung gegen A erläutert wird; D, E, Querdurchschnitte des Schaftes an verschiedenen Stellen; F, G, zwei verschiedene Ansichten von dem viereckigen Ende des Schaftes, auf welches der Stock gesteckt wird, den man mittelst eines Keiles befestigt (vergl. Ansichten A und B); H vordere Ansicht des (hier von Eisen gemachten) Ankerstocks, nebst Querdurchschnitten I, K, desselben; L vordere Ansicht eines der Arme mit seinem Flügel; M Querdurchschnitt des Flügels, woraus dessen abgeschrägte Gestalt zu ersehen ist; N und O zwei Durchschnitte eines Armes, welche die keilförmige Gestalt desselben erkennen lassen. Die sonst gewöhnlichen Anker lockern durch ihre großen Flügel oft den Grund so sehr auf, daß der Anker ausreißt; Rodger hat diesem Uebel durch beträchtliche Verkleinerung der Flügel vorgebeugt. Vermöge der keilförmigen Gestalt der Arme (welche auf der vorderen oder konkaven Seite dünner sind, als auf der konveren Rückseite) wird ebenfalls das Zerwühlen des Ankergrundes verhindert und der Druck des Erdreichs gegen die Seitenflächen der Arme vermehrt; eigens in dieser Beziehung angestellte Versuche haben gelehrt, daß beim Eindringen dieses Ankers der Grund sich hinter denselben wieder schließt und sie festhält; wogegen die sonst üblichen großflügeligen Anker eine breite Furche hinter sich lassen. Ueberhaupt ist durch zahlreiche Zeugnisse von Schiffscapitänen erwiesen, daß die neuen Anker außerordentlich leicht in den Meeresgrund eindringen, sich zuweilen ganz in denselben versenken, äußerst fest halten, und daher ohne Gefahr kleiner gemacht werden können, als man gewöhnliche Anker für gleich große Schiffe zu machen pflegt. Der Pflichtanker für ein Schiff von 10 Tonnen wiegt 73 Pfund, von 50 Tonnen 329 Pfund, von 100 Tonnen 605 Pfund, von 250 Tonnen 1383 Pfund, von 500 Tonnen 2605 Pfund, von 1000 Tonnen 4627 Pfund, von 2000 Tonnen 7724 Pfund (englisch). Außerdem sind zur vollständigen Ausrüstung eines

Handelsfahrzeuges noch drei kleinere Anker erforderlich, welche beziehungsweise ein Drittel, ein Sechstel und ein Neuntel von dem Gewichte des Pflichtankers haben; Schiffen von mehr als 500 Tonnen gibt man noch einen fünften Anker, dessen Gewicht alsdann ein Achtzehntel von dem des Pflichtankers beträgt. Hiernach würden also z. B. die fünf Anker eines Schiffes von 1000 Tonnen 4627, 1542, 771, 514 und 257 Pfund wiegen. Auf Booten und Flußschiffen gebraucht man Anker mit vier oder sechs Armen, welche keines Ankerstockes bedürfen, weil sie auch ohne diesen beim Auswerfen stets in eine günstige Lage kommen.

Ankertau, das Tau oder Seil, an welchem die Schiffsanker ausgeworfen und aufgezogen (gelichtet) werden. Seiner Bestimmung nach muß es von bedeutender, der Größe des Schiffs und des Ankers angemessener Stärke sein. Ehemals bediente man sich durchaus der hanfenen Ankertaue, welche von 8 bis zu 24 Zoll Umfang ($2\frac{1}{2}$ bis $7\frac{2}{3}$ Zoll Durchmesser) hatten; gegenwärtig gebraucht man, besonders statt der dicksten Hanftaue, fast allgemein eiserne Ketten, über welche im Artikel Kettentaue gesprochen wird. Die Stärke diesen Ketten wird ungefähr in folgender Weise dem Gewichte des Ankers angepaßt: Die Dicke des Rundeisens, woraus die Kette gemacht ist, beträgt für einen Anker von 150 Pfund $\frac{9}{16}$ Zoll, 200 Pfund $\frac{5}{8}$ Zoll, 300 Pfund $\frac{3}{4}$ Zoll, 700 bis 800 Pfund 1 Zoll, 1400 bis 1600 Pfund $1\frac{1}{4}$ Zoll, 2500 bis 2700 Pfund $1\frac{1}{2}$ Zoll, 4000 bis 4400 Pfund $1\frac{3}{4}$ Zoll, 5800 bis 6300 Pfund 2 Zoll, 7100 bis 7700 Pfund $2\frac{1}{8}$ Zoll. — Die gewöhnliche Länge eines Ankertaues beträgt 150 Faden oder 900 Fuß.

Ankerwinde, ist eine Maschine, welche zum Aufheben (Einholen) oder Auswerfen (Fallenlassen) der Schiffsanker dient, und hauptsächlich aus einer horizontalliegenden oder senkrecht stehenden Welle besteht, an deren Umfange sich das Ankertau oder die Ankerkette respektive auf- oder abwickelt, während die Umdrehung der Welle durch in dieselbe gesteckte Bäume (Hebel, Spaaken) mittelst Angreifens von Menschenhänden bewirkt wird. Die Ankerwinde mit horizontalliegender Welle nennen die Schiffer Bratspill, die mit vertikaler Welle Gangspill.

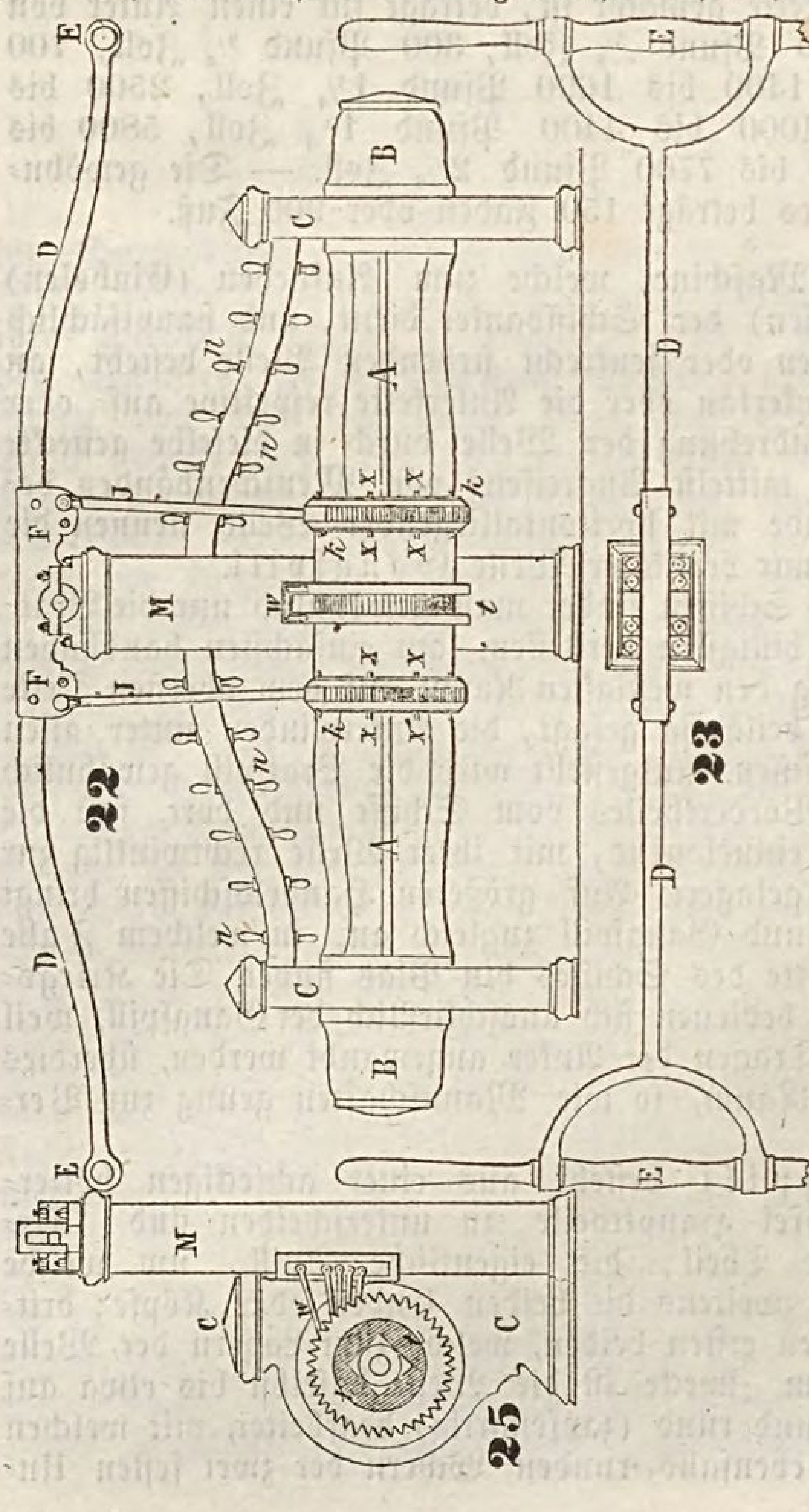
Auf kleineren (Handels-) Schiffen findet man gewöhnlich nur die Bratspill, weil sich dieselbe am billigsten herstellen, am einfachsten handhaben läßt, und zu ihrer Bewegung den wenigsten Raum auf dem obersten Decke des Schiffes erfordert, wo beiläufig gesagt, die Ankerwinden unter allen Umständen Platz finden müssen. Aufgestellt wird die Bratspill gewöhnlich am äußersten Ende des Vordertheiles vom Schiffe und dort, fast die ganze Breite des Schiffes einnehmend, mit ihrer Welle rechtwinklig zur Längenachse des Schiffes gelagert. Auf größeren Handelsschiffen bringt man gewöhnlich Bratspill und Gangspill zugleich an, in welchem Falle letztere mehr nach der Mitte des Schiffes hin Platz findet. Die Kriegsschiffe jeder Art und Größe bedienen sich ausschließlich der Gangspill, weil hier fast nur Ketten zum Tragen der Anker angewandt werden, überdies aber auch auf dem Deck Raum, so wie Mannschaften genug zur Verfügung stehen.

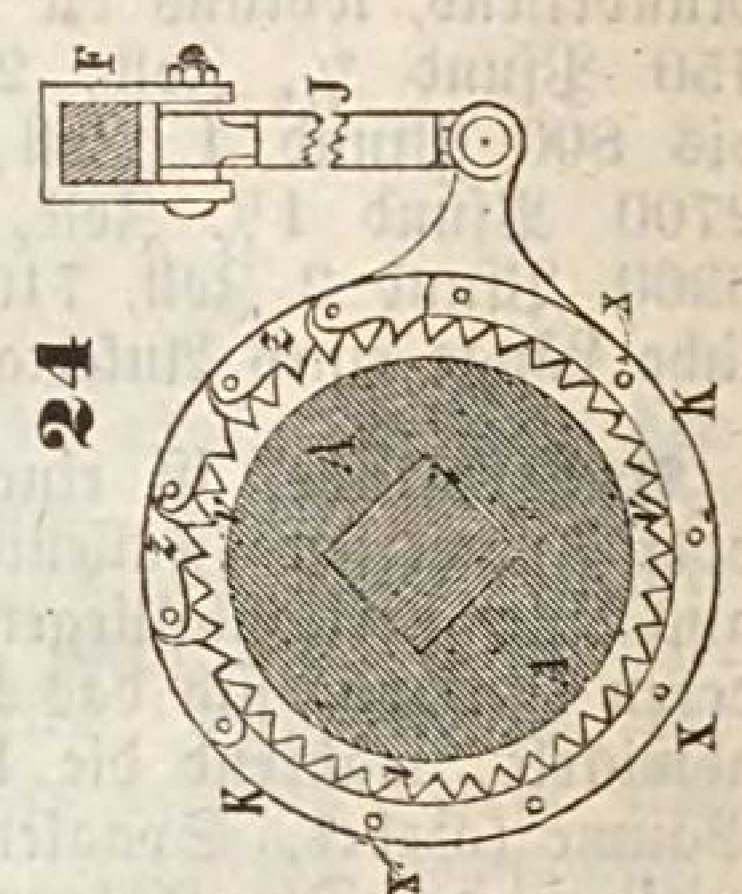
Die einfachste Bratspill besteht aus einer achteckigen hölzernen Welle, bei welcher drei Haupttheile zu unterscheiden sind: Erstens der längere mittlere Theil, die eigentliche Spill, um welche sich das Ankertau wickelt; zweitens die beiden Enden oder Köpfe; drittens die Theile zwischen den ersten beiden, welche zum Lagern der Welle bestimmt sind. Zu letzterem Zwecke ist die Welle daselbst bis etwa auf halbe Dicke eingeschnitten und rund (zapfenartig) bearbeitet, mit welchen runden Theilen sie sich in ebenfalls runden Löchern der zwei festen Un-

terstützungswände oder Ständer (Spillbetingen) drehen kann. Da diese Ständer die ganze Kraft des vor Anker liegenden Schiffes auszuhalten haben, so gehen sie vom oberen Deck bis tief in den unteren Schiffsraum hinab, woselbst sie gehörig verbolzt und befestigt sind. In die eigentliche Spill, so wie in die Kopfenden sind viereckige Löcher gearbeitet, um in diese Hebel (Spaaken) einstecken und die Umdrehung der Welle bewirken zu können. Sperrkegel und Sperrklinken, in einer Weise angeordnet und wirksam gemacht, wie bei der nachfolgenden Beschreibung und Abbildung einer verbesserten Bratspill deutlich werden wird, dienen zur Verhinderung etwaiger rückgängiger Bewegung.

Die wesentliche Verbesserung der neueren Bratspill besteht darin, daß die hölzernen Bäume (Spaaken) zur Umdrehung der Welle ganz entfernt und ein Balancier mit Druckbäumen über der Welle angebracht ist, durch dessen schwingende Bewegung (ähnlich wie bei den Feuerspritzen) und anderweitige entsprechende Mechanismen die Spille zur Umdrehung veranlaßt wird.

Eine derartige Bratspill von Brown, Lenox u. Comp. zur Londoner Industrieausstellung eingesandt, zeigen nachstehende Abbildungen Figur 22—25. Dabei ist A die eigentliche Spille, woselbst sich das Ankertau





in einigen Windungen aufwickelt, während die früheren Windungen in gleichem Maße wieder abgezogen werden. B, B sind die Köpfe der Welle und C, C die beiden festen Ständer (Spillbetingen), innerhalb welcher sich die Welle A, wie bereits oben bemerkt, dreht. Hinter A ist eine andere feste Säule M auf dem Schiffsdecke angebracht, welche zur Lagerung des Balanciers D (Fig. 22 im Aufrisse, Fig. 23 im Grundrisse) dient, dessen schwingende Bewegung durch Menschen bewirkt wird, welche an den Druckbäumen E, E arbeiten. An dem gußeisernen Schuh F des Balanciers sind Zugstangen

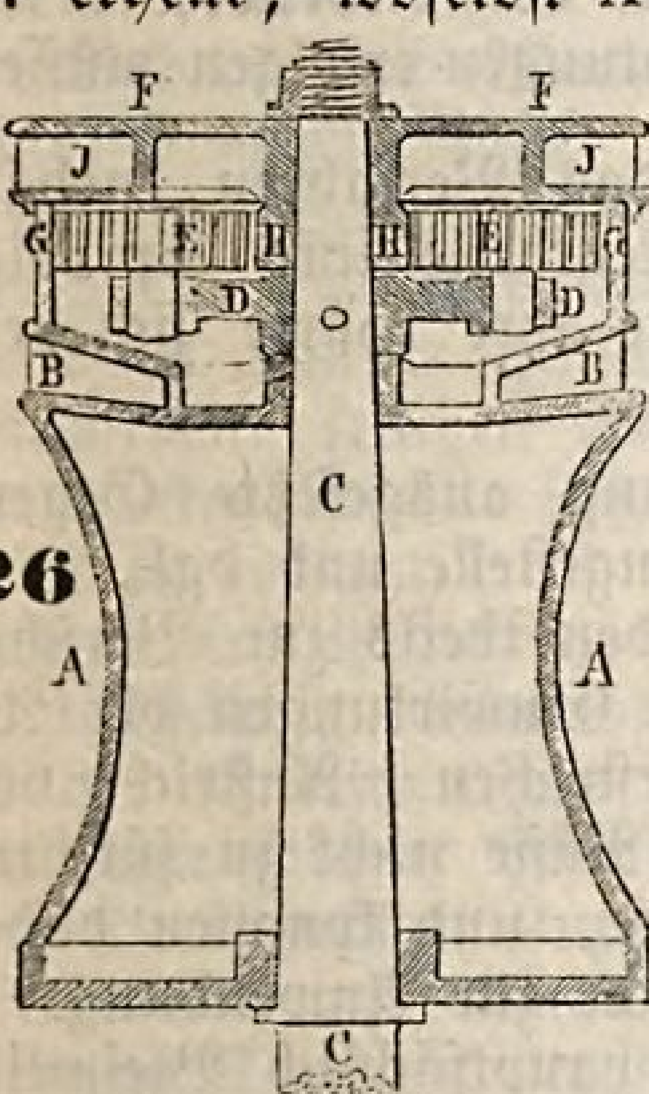
J, J (Fig. 24 in der Seitenansicht in größerem Maßstabe abgebildet) aufgehangen, welche, wie insbesondere aus Fig. 24 erhellt, zur gleichzeitigen Bewegung zweier Ringe K, K dienen (wovon in Fig. 24 jedoch nur einer sichtbar ist). Diese Ringe sind durch Stehbolzen X mit einander verbunden, und respektive in einer solchen Entfernung von einander gehalten, daß sich zwischen denselben sogenannte Ziehklinken z, z (fünf an der Zahl) frei bewegen können; die Drehachsen dieser Ziehklinken werden gleichzeitig durch die Stehbolzen für diese Stellen beider Ringe gebildet.

Mit der Welle A fest verbunden ist ferner ein anderer mit Schiebezähnen v versehener Ring, zwischen welche Zähne die Schiebeklinken in einer Weise einfallen, welche Fig. 24 hinreichend erkennen läßt. Ueberhaupt wird von selbst jetzt einleuchten, wie durch Auf- und Niederziehen des Balanciers eine eben solche Bewegung der Zugstangen J. ein Fortschieben der Ziehklinken und so weiter eine Umdrehung der Spille A bewirkt werden kann.

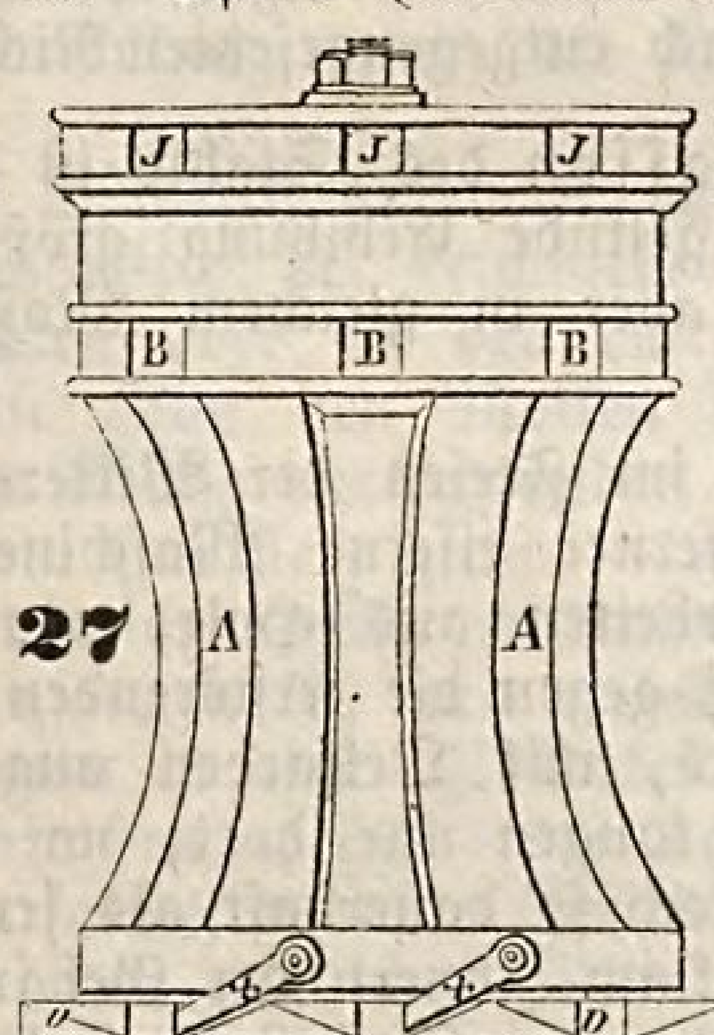
Zur Sicherung gegen rückgängige Bewegung sind an dem Ständer M, Fig. 25, fünf Sperrklinken w angebracht, welche in ein Sperrrad t greifen, das ebenfalls auf der Welle A unverrückbar befestigt ist. Die auf den Bögen über der Bratspill angebrachten hölzernen Nägel oder Pinnen (Koveinägel) n, n dienen als Stütz- oder Trenungspunkte für laufendes Tauwerk 2c.

Wir wenden uns nun zur Ankerwinde mit stehender Welle, oder zur sogenannten Gangspille, deren äußere Ansicht am besten aus Fig. 27 erhellt, woselbst A die Spille (Kettentrommel) darstellt, um welche sich die Ankerkette wickelt, während die Spille oder die Kettentrommel um eine feststehende Achse läuft.

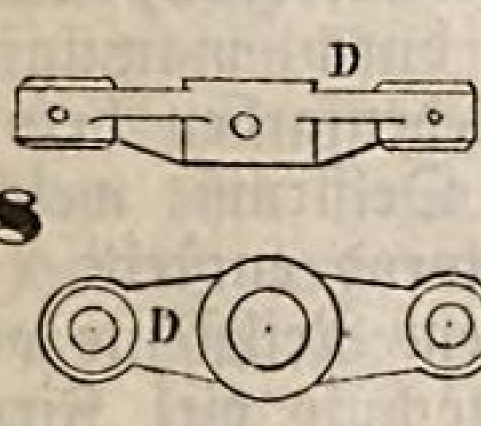
26



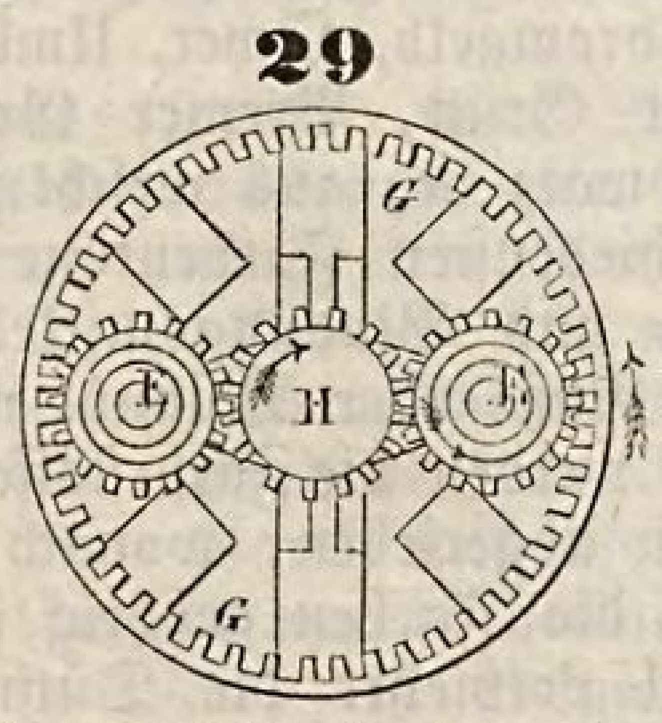
27



28



29



Bei der einfachsten Art der Ausführung erfolgt die Umdrehung der Trommel A direkt dadurch, daß man in Oeffnungen B derselben Hebel, Bäume (Spaaken) steckt, an deren freien Enden Menschen anfassen, und bei gleichzeitigem Gang derselben um die ganze Maschine herum die Umdrehbewegung der Trommel A und so das Aufwinden der Ankerkette bewirkt. Zur Verhinderung rückgängiger Bewegungen sind am unteren Umfange der Trommel A Sperrklinken x angebracht, welche gegen zahnartige Vorsprünge v einer Platte fassen, die außerhalb A und unabhängig davon auf dem Boden befestigt ist.

Soweit wir unsere Abbildung Fig 27 bis jetzt beschrieben haben, macht die Trommel A mit den Drehspaaken in B und folgerecht mit den Angriffspunkten der Arbeiter eine gleiche Zahl von Umdrehungen. In derartig einfacher Weise ausgeführt findet man die meisten der auf größeren Schiffen vorkommenden Ankerwinden.

Um jedoch die Winde zum Aufziehen von Ankern der allergrößten Art noch geeigneter zu machen, sucht man die Trommel A zu einer langsameren Bewegung zu veranlassen, als die der Angriffspunkte der Arbeiter ist, was bei der in Fig. 26 bis 29 abgebildeten Winde auf nachbemerkte Weise erreicht wird.

Auf der unbeweglichen Achse C der Trommel ist zuvörderst ein zweiarmiges Stück D (Fig. 28 in zwei Ansichten gezeichnet) befestigt, welches zur Aufnahme der Zahnradgetriebe E, E dient. F ist ein starkes gußeisernes Kopfstück, ebenfalls mit Hülsen oder Aushöhlungen J zum Einstecken von Hebeln (Spaaken) versehen, mittelst welcher F um die feststehende Achse C gedreht werden kann. Mit F fest verbunden ist ein Rad H, welches mit den Getrieben E, E im Eingriffe steht, während letztere wieder in die Zähne eines Ringes G fassen, welcher mit der Trommel A ein Ganzes bildet. (Siehe die Grundansicht Fig. 29.) Beachtet man jetzt, daß zufolge vorbemerkter Anordnungen, bei der Umdrehung des Kopfstückes F die Getriebräder E blos eine um ihre Achse drehende, nicht aber eine fortschreitende Bewegung anzunehmen vermögen, so wird leicht klar, daß durch Umdrehung von F mittelst der in J gesteckten Hebel oder Bäume eine Drehung des Rades H, weiter eine Drehung der Triebe E, und so endlich eine Umdrehbewegung der Trommel A zu Stande gebracht werden kann.

Nach der Größe der Räder in Fig. 29 bewegt sich, wenn die Spaaken nicht in die Oeffnungen B, sondern in die J gesteckt werden, die Trommel A dreimal so langsam, wie die Angriffspunkte der Arbeiter, so wie auch beide Bewegungen nach entgegengesetzten Richtungen erfolgen müssen

Anlassen oder Nachlassen des Stahls ist das Verfahren, gehärteten Stahlwaaren durch gelinde Erhitzung größtentheils ihre Sprödigkeit zu benehmen, wobei aber in gleichem Maße ihre Härte sich vermindert. S. Stahl.

Anstreichen. Eiserne, im Freien der Witterung ausgesetzte Gegenstände (z. B. Geländer), ferner eiserne Maschinengestelle und dgl., ganz besonders aber gröbere Arbeiten aus Holz, werden theils zur Verschönerung, theils zum Schutz gegen die zerstörenden Einwirkungen der Atmosphäre und des Wassers, mit Oelfarben angestrichen. Anstriche von Leim- oder Wasserfarben taugen nur dort, wo Nässe nicht zu fürchten ist, sind weder so schön noch so dauerhaft als jene, und kommen daher nur bei geringem Holzwerk im Innern der Gebäude zur Anwendung.

Die zu Oelanstrichen dienenden Farbestoffe sind hauptsächlich Bleiweiß, Zinkweiß, Mineralgelb, Chromgelb, Ocher, Umbra, Braunroth, Mennige, Braunstein, Schweinfurter Grün, Bremer-Grün, Berlinerblau, Beinschwarz, Frankfurter Schwarz 2c, aus welchen man durch mannigfaltige Mischungen die verschiedensten Farbentöne und Nebenfarben hervorbringt. Als Anmachungs- und Bindungsmittel dient Oelfirniß, welcher durch Kochen von Leinöl, Nuß- oder Mohnöl mit Bleioxyd entsteht. (S. Firniß.) Mit demselben werden die Farbestoffe auf dem Reibsteine oder in einer Reibmaschine fein abgerieben, wonach man noch so viel Firniß zusetzt, als nöthig ist, um die Farben gehörig streichbar zu machen. Beimischung von Terpentinöl vermehrt die Dünnflüssigkeit der Oelfarben, macht es demnach thunlich, mit einer geringeren Menge auf gleich großer Fläche auszureichen, verzögert aber das vollkommene Trocknen. Gegentheils kann das Trocknen der Oelanstriche sehr befördert werden, wenn man dem zum Anreiben der Farben bestimmten Firnisse mehr oder weniger von dem sogenannten Siccativ zusetzt, welches nichts anderes ist, als ein dicker, mit sehr viel Bleiglätte und Mennige bereiteter Oelfirniß.

Dem Anstreichen geht das Gründen voraus, die Auftragung eines dünnen Anstrichs von Oelfirniß, in welchem wenig Bleiweiß (für eiserne Gegenstände Mennige) abgerieben ist. Hierdurch wird die Fläche zur gleichmäßigen, leichten und festhaltenden Annahme des eigentlichen Anstrichs vorbereitet, auch zum Theil eine Ausfüllung kleiner Poren 2c. bewirkt. Zum Aufstreichen des Grundes wie der Farbe gebraucht mun große weiche Borstenpinsel. Um gehörige Deckung zu bewirken, muß der Anstrich (die Gründung abgerechnet) drei Mal gegeben werden, jedes Mal erst dann, wenn die vorausgegangene Lage gut getrocknet ist, wozu wenigstens zwei, besser aber acht Tage Zeit gelassen werden muß. Die Oelanstriche erlangen aber ihre volle Härte erst nach mehreren Monaten.

Um schmutzig gewordene Oelanstriche zu reinigen, überwischt man sie mittelst eines Schwammes mit Wasser, wozu eine geringe Menge Ammoniak (Salmiakgeist) gesetzt ist; wäscht sogleich mit reinem Wasser nach, und trocknet mit einem leinenen Tuche ab.

Zu Leimanstrichen gebraucht man meist dieselben Farbestoffe, welche in Oel angewendet werden; statt des Firnisses aber dient hier Leimwasser. Das Gründen geschieht mit in Leimwasser angerührter Schlämmkreide. Diese Anstriche trocknen sehr schnell, belästigen nicht durch einen anhaltenden Geruch wie die Oelfarben, und sind wohlfeil; sie entbehren aber des den Oelanstrichen eigenen Glanzes und widerstehen der Nässe nicht. Glanz kann man ihnen indessen durch schließliches Auffetzen von mit Terpentinöl verdünntem Kopalfirniß oder auch durch feines Talkpulver geben, welches Letztere mittelst einer steifen Bürste trocken eingerieben wird. Ueberfahren mit Alaunauflösung macht die Leimfarben ziemlich unempfindlich gegen Nässe.

Für das Innere von Bücherschränken u. dgl. ist folgender K ä s e a n s t r i c h ein treffliches Ersatzmittel der Leimfarben: Man arbeitet 5 Raumtheile zu Pulver gelöschten oder an der Luft zerfallenen Kalk und 2 Raumtheile frischen Käse (von den Molken durch Ablaufenlassen und Ausdrücken befreite saure Milch) durcheinander, bis die Masse flüssig ist; treibt sie sodann durch ein Haarsieb, gießt — da sie während des Durchlaufens sich verdickt — portionenweise abgerahmte süße Milch hinzu, bis sie vollständig hindurchgegangen ist, und verdünnt nöthigenfalls noch mit Milch. Endlich rührt man in diese Flüssigkeit beliebige Erdfarben ein, nur keine solchen Metallfarben, welche vom Kalk verändert werden (also nicht Berlinerblau, Kupferfarben 2c.) Der Anstrich wird drei bis sechs Mal wiederholt, und nimmt einen ziemlichen Glanz an, wenn man ihn nach völligem Trocknen der letzten Lage mit einem Flanell-Lappen reibt.

Anthrazit. Von ἄνθραξ (Kohle). Eine Art natürlicher Kohle, die besonders im Uebergangsgebirge vorkommt, von dunkelgrauer oder schwarzer Farbe, muschligem Bruch und starkem Fettglanz, oder von fasrigem Gefüge und dann matt. Spez. Gewicht des muschligen = 1.4 bis 1.6. Er hat im äußeren Ansehen viel Aehnlichkeit mit der Steinkohle, unterscheidet sich aber von ihr sehr auffallend dadurch, daß er o h n e F l a m m e brennt, und nur langsam ohne Rauch und Geruch verglimmt.

Der Anthrazit wird in Europa nur in geringeren, der Steinkohle untergeordneten Massen, so in Wales, in Belgien, dem nördlichen Frankreich, gefunden und neben der Steinkohle als Brennmaterial mit verwendet. In größter Menge findet er sich in Pennsylvanien. Man hat ihn hier in einer Breitenerstreckung von mehreren Meilen und einer Länge, die sich durch die ganzen Distrikte Luzerne und Schuylkill erstrekt, verfolgt, und er bildet hier fast das alleinige Brennmaterial, erfordert aber, um zu brennen, sehr starken Zug, und verlöscht bei kleinen Mengen sehr leicht.

Man hat in neuerer Zeit angefangen, ihn dort zur Eisengewinnung zu benutzen, während die übrigen Eisenwerke der vereinigten Staaten auf Holzkohlen angewiesen sind.

Verschiedene von Regnault analysirte Anthrazite ergaben folgende Bestandtheile.

	Pennsylvanien	Wales	Mayenne	Rolduc	Lamure	Mocot	Steinkohle.
Kohlenstoff	94.89	94.05	92.85	93.56	94.07	97.23	82.5
Wasserstoff	2.55	3.38	3.96	4.28	1.75	1.25	5.5
Sauerstoff und Stickstoff	2.56	2.57	3.19	2.16	4.18	1.52	12.0
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Asche	4.67	1.58	0.94	2.25	4.57	26.47	
Ausbeute an Cokes	89.5	91.3	90.9	89.1	89.5	88.9	

Die letzte Spalte enthält nur zur Vergleichung die ungefähren Mittelzahlen der Bestandtheile der Steinkohle.

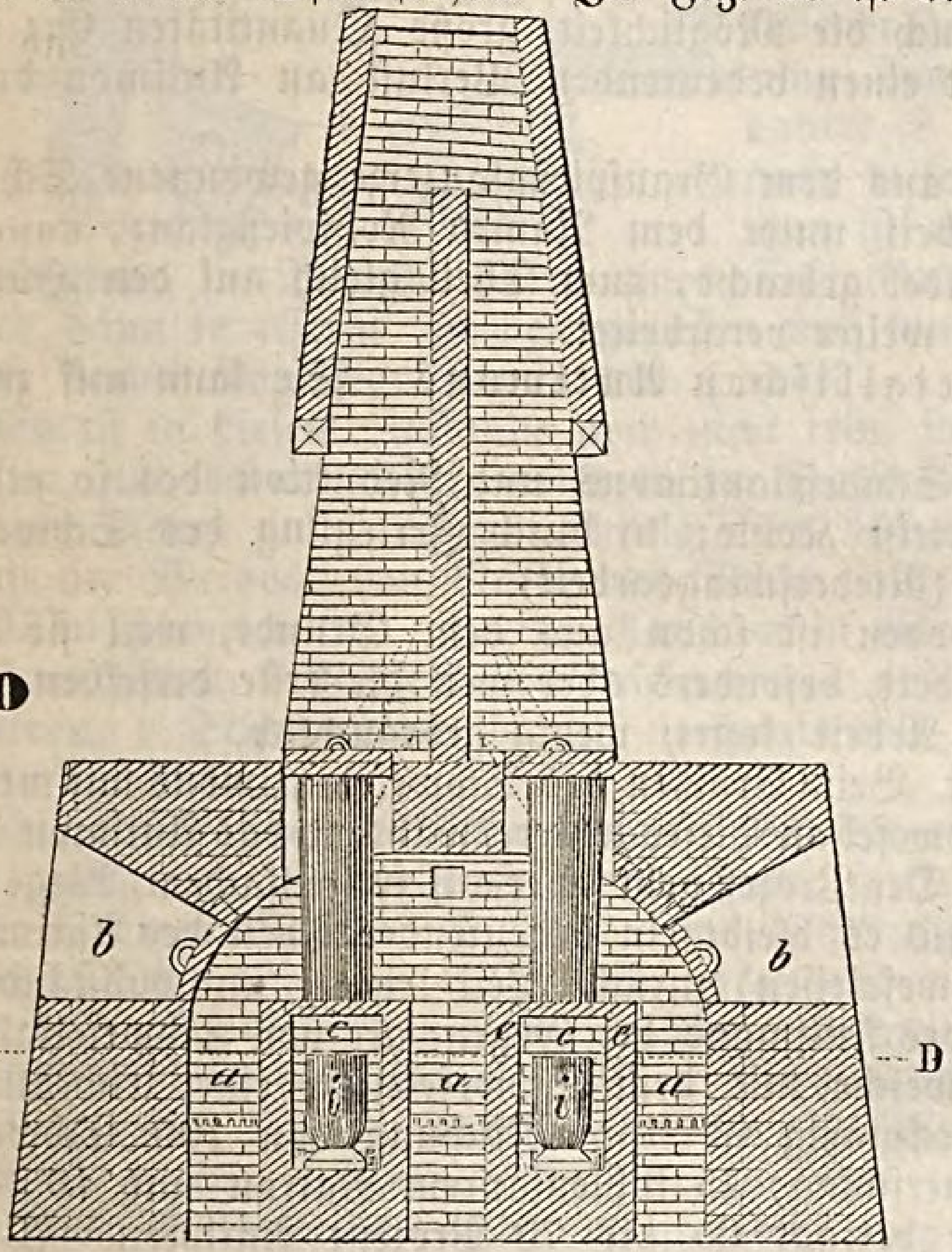
Antimon (Spießglanz, Spießglas). Dieses Metall findet sich theils gediegen, theils in Verbindung mit Schwefel, theils — obwohl seltener — in andern Verbindungen in der Natur. Das Schwefelantimon, Grauspießglanzerz allein kam bisher in hinreichender Menge vor, um die bergmännische Gewinnung zu lohnen. In neuester Zeit jedoch wird ein zweites Erz, das Weißspießglanzerz, natürliches Antimonoxyd, in Algier in bedeutenden Quantitäten gewonnen und in Frankreich und England zur Darstellung des Metalls benutzt.

Das Grauspießglanzerz besitzt eine bleigraue, etwas ins Stahlgraue spielende Farbe und starken Metallglanz. Es kommt theils blättrig, theils strahlig vor, gewöhnlich auf Gängen mit Quarz, Schwerspath und Kalkspath; zu Allemont in primärem Glimmerschiefer. Es ist so leicht schmelzbar, daß es schon in der Lichtflamme flüssig wird; auf der Kohle erhitzt und geschmolzen, zieht es sich in die Kohle hinein, ein Verhalten, wodurch es sich von allen anderen Erzen, mit welchen es sonst verwechselt werden könnte, auffallend unterscheidet. Es findet sich in Ungarn zu Felsö-Banya, Schemnitz, Kremnitz, Magurka, Rosenau und Dobschau, in Böhmen, in Sachsen zu Freiberg; in Preußen bei Arnsberg (Casparigrube), bei Nuttlar, bei dem Dorfe Brück im Regierungsbezirke Coblenz; bei Wolfsberg in der Grafschaft Stollberg am Unterharz; in Frankreich zu Malbosc, Dèze, Ally, Mercoeur, Auzat, Portés, St. Florent, Anjac und Allemont; in England in Cornwallis; bei Livorno; ferner auf Borneo u. a. a. O.

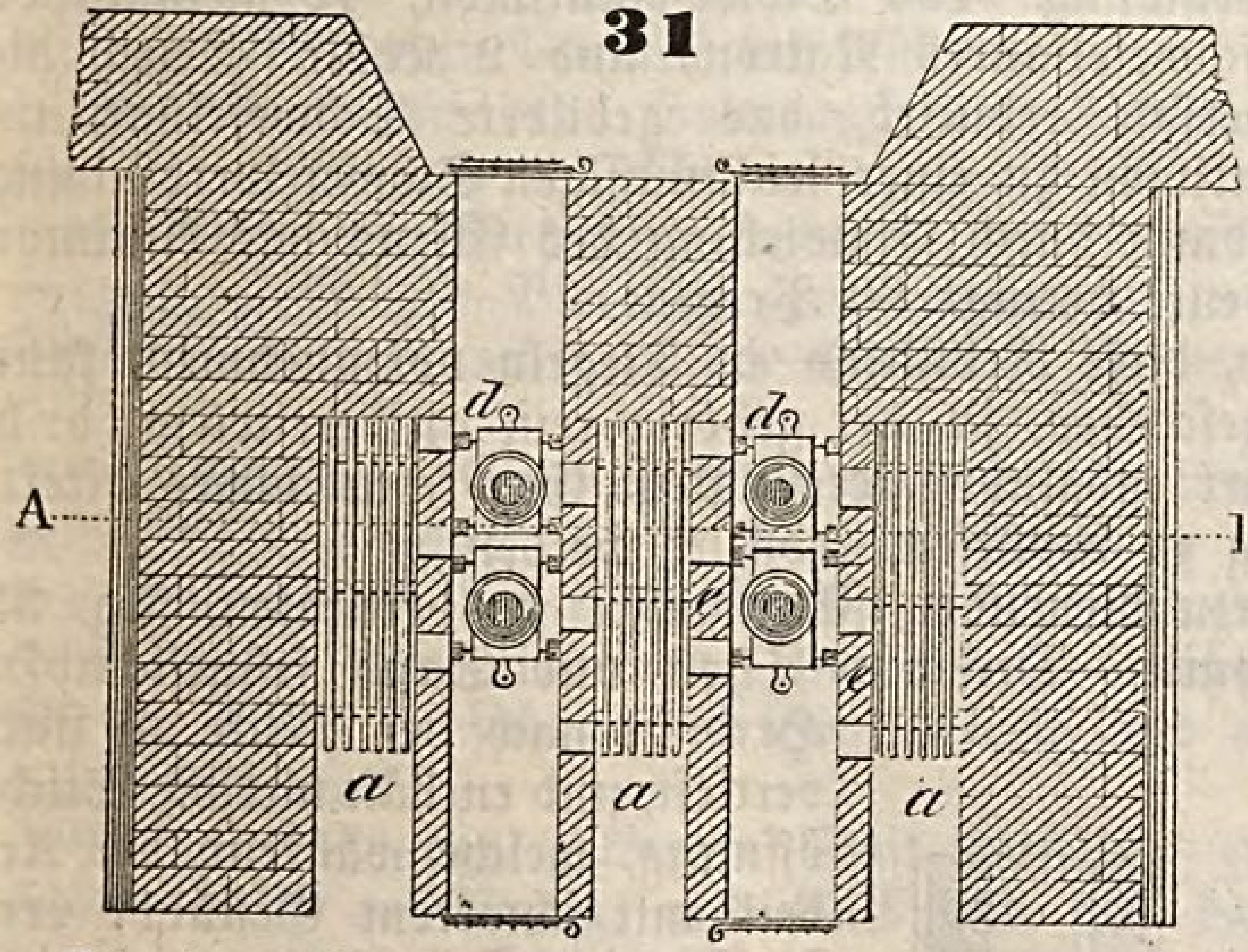
Bei der Leichtflüssigkeit des Schwefelantimons ist die Scheidung aus den Erzen mit keiner Schwierigkeit verknüpft, und besteht in einer Saigerung bei mäßiger Glühhitze. Die älteste, auch jetzt noch auf einigen Antimonwerken gebräuchliche Methode ist die in Tiegeln. Das Erz wird in Tiegeln, deren eine große Zahl in einem Flammofen steht, etwa 6 Stunden lang erhitzt; nach 24 Stunden werden die Tiegel aus dem Ofen genommen, und das ausgeschmolzene Schwefelantimon wird am Boden in Gestalt eines Kuchens vorgefunden.

In Ungarn geschieht die Ausschmelzung in Tiegeln mit durchlöchertem Boden, aus welchen das Schwefelantimon in darunter befindliche Töpfe abfließt. Zum Betriebe im Großen ist zu Malbosc in Frankreich die Saigerung in vertikalen, aus Thon gebrannten Röhren eingeführt, deren vier in einem Ofen stehen. In Fig. 30 ist dieser Saigerofen im vertikalen, Fig. 31 im horizontalen Durchschnitt abgebildet; ersterer nach der Linie A B des horizontalen, letzterer nach der Linie C D des vertikalen Durchschnittes. Die aus feuerfestem Thone gebrannten, nach oben sich konisch erweiternden Röhren, deren vier in dem Ofen sind, stehen zwischen den drei Rosten a auf Thonplatten c, welche wieder durch die Mauern e unterstützt werden. Der Zwischenraum zwischen diesen Mauern dient zur Aufnahme der Gefäße i, in welchen sich das aus den Röhren absaigernde Schwefelantimon sammelt. Das Gewölbe des Ofens enthält vier Oeffnungen, in welchen sich die oberen Mündungen der Röhren befinden, jedoch mit hinlänglichem Spielraum, um dem Feuer zu gestatten, die Röhren bis zum obersten Ende zu erhitzen. Während der Arbeit werden die Röhren mit Deckeln geschlossen. Die Gewölbe b an den Seiten des Ofens gestatten den Zugang zu den Röhren, um sie nöthigenfalls auszunehmen und durch neue zu ersetzen.

30



31



Die den Röhren als Boden dienenden Thonplatten c haben in der Mitte eine Oeffnung, durch welche das Schwefelantimon abfließt. Um nach beendigter Saigerung die Rückstände entfernen zu können, hat jede Röhre am unteren Ende eine Seitenöffnung, die während der Arbeit durch eine Thonplatte geschlossen ist. Die Gefäße i stehen auf Schlitten d, mittelst deren sie behufs der Entleerung aus dem Ofen gezogen werden können. Jede Saigerung dauert 3 Stunden, nach welcher Zeit die Röhren von den Rückständen entleert und neu besetzt werden. Man gewinnt mit einem solchen Ofen in 24 Stunden etwa 24 Centner Schwefelanti-

mon (Rohspießglanz). Die Röhren halten durchschnittlich 20 Tage lang aus.

Auf anderen Antimonhütten wendet man statt der Röhrenöfen Flammöfen an, deren Herd nach der Mitte zu stark abfällt und hier die Abstichöffnung enthält. Diese Art der Saigerung gewährt zwar Ersparung an Brennmaterial und auch die Möglichkeit, große Quantitäten Erz abzusaigern, allein sie führt einen bedeutenden Verlust an Antimon durch Verflüchtigung herbei.

Das durch Saigerung aus dem Grauspießglanzerze gewonnene Schwefelantimon wird zum Theil unter dem Namen Rohspießglanz, antimonium crudum, in den Handel gebracht, zum Theil gleich auf den Hütten zu metallischem Antimon weiter verarbeitet.

Gewinnung des metallischen Antimons. Sie kann auf zweifache Art geschehen:

a) Durch Rösten des Schwefelantimons und Reduktion des so erhaltenen Antimonoxyds mittelst Kohle; b) durch Zerlegung des Schwefelantimons mittelst Eisen (Niederschlagsarbeit).

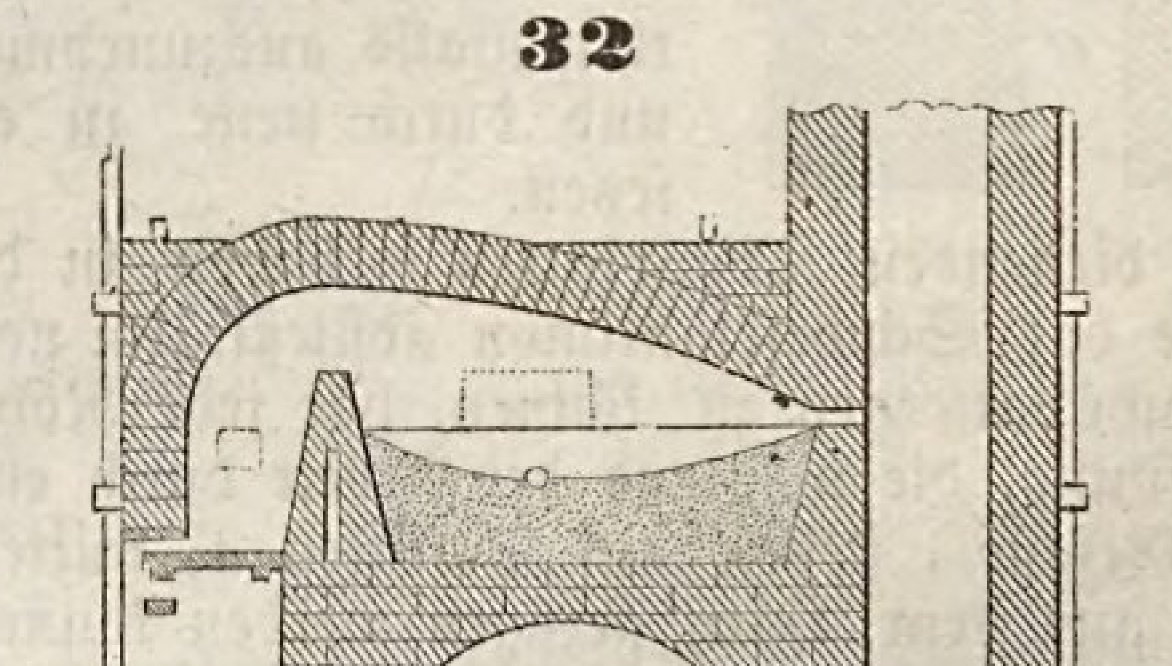
Die erste dieser Methoden ist schon aus dem Grunde, weil sie eine doppelte Operation erfordert, besonders aber weil die erste derselben, die Röstung, viel Zeit und Arbeit kostet, wenig gebräuchlich.

Die Niederschlagsarbeit. Beim Erhitzen des Schwefelantimons mit metallischem Eisen tritt der Schwefel an dieses letztere, während das Antimon metallisch abgeschieden wird. Der Prozeß geht aber auf so einfachem Wege nur schwierig von Statten, und es bleibt ein bedeutender Theil des Antimons in der Schlacke (dem Schwefeleisen) zurück. Weit leichter und vollständiger erfolgt die Abscheidung des Antimons bei Gegenwart von Schwefelkalium oder Schwefelnatrium, welche mit dem Schwefeleisen eine leichtflüssige Verbindung bilden. Zweckmäßig ist eine Mischung von 100 Schwefelantimon, 60 Eisenhammerschlag, 45 kohlensaurem Natron und 10 Kohlenpulver. Die Ausbeute beträgt 65 bis 70 Prozent Antimon. Wohlfeiler ist die folgende Mischung: 100 Schwefelantimon, 42 metallisches Eisen, 10 Glaubersalz (schwefelsaures Natron) und 2 Kohle. Durch die Kohle wird das Glaubersalz reduzirt, das gebildete Schwefelnatrium tritt mit dem Schwefelantimon zu einer leichtflüssigen Schwefelverbindung zusammen, aus welcher dann durch Einwirkung des Eisens das Antimon reduzirt wird. Die Ausbeute beträgt 60 Prozent.

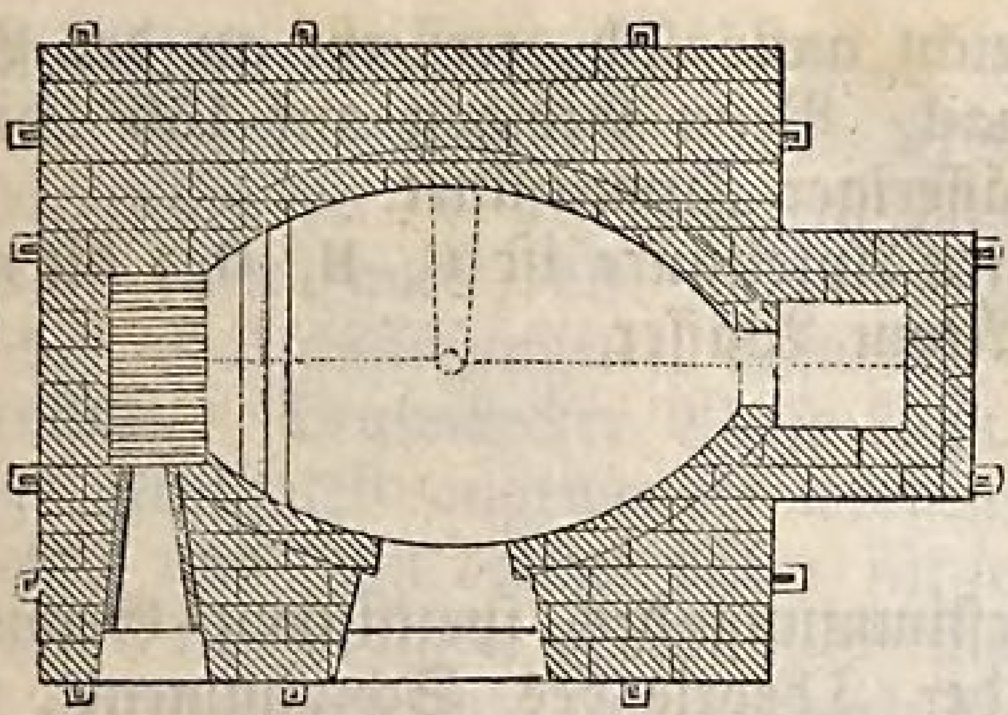
Statt, wie gewöhnlich, diese Reduktion in Tiegeln vorzunehmen, kann sie auch in Flammöfen geschehen, ja bei gehörig rein aufbereitetem, d. h. von anhängender Bergart möglichst gereinigtem Erz kann dieses direkt, also ohne der Saigerung zu bedürfen, reduzirt werden.

Fig. 32 zeigt den hierzu dienenden Flammofen im vertikalen, Fig. 33 im horizontalen Durchschnitt. Der aus Thon und Sand festgestampfte Herd ist nach der Mitte zu stark vertieft, und enthält hier die Stichöffnung, welche während der Arbeit mit schwerem Gestübbe verstopft wird. Die Höhlung in der Feuerbrücke dient theils zur Kühlung, theils dazu, daß die flüssigen Schwefelmetalle, wenn sie die Steine der Brücke zerfressen, nicht in den Feuerraum des Ofens gelangen. Die mit 25 Prozent Schmiedeisen (Abfällen der Blechfabrikation), 10 Prozent schwe-

32



33



felsaurem Natron oder Kali, 1 Prozent Kochsalz und 2 bis 3 Prozent Kohle beschickten Erze werden auf den Herd gebracht, und mit einer Lage Cinders (durch den Rost gefallener Kohlen) bedeckt. Die Schmelzung von 2 bis 3 Zentnern Erz dauert 8 bis 10 Stunden. Das nach dieser Zeit abgestochene Antimon ist noch unrein, und wird zur Reinigung in Tiegeln unter einer Schlackendecke umgeschmolzen. Es wird dann in eiserne Formen gegossen und kommt so gewöhnlich in Gestalt flacher Kugelsegmente in den Handel.

Es ist in diesem Zustande noch nicht rein, sondern fast immer arsenikhaltig, und bedarf daher, wenn es zur Darstellung pharmaceutischer Präparate dienen soll, einer nachträglichen Reinigung. Dieselbe läßt sich nach der Methode von Liebig und Bensch folgendermaßen bewerkstelligen.

Man schmelzt das unreine Antimon in einem Tiegel mit 2 Prozent Schwefeleisen, 6 Prozent Schwefelantimon und 12 Prozent kohlensaurem Natron, 1 Stunde lang, darauf nochmals mit $^1/_{10}$, endlich noch ein Mal mit $^1/_{16}$ Soda.

Eigenschaften des Antimons. Es hat eine fast silberweiße, jedoch ein wenig in's Bläuliche spielende Farbe, starken Metallglanz, blättriges oder körniges Gefüge, ist spröde und leicht zum feinsten Pulver zu zerreiben. Spez. Gew. = 6.71; bei anfangendem Glühen schmelzbar. An der Luft zum Glühen erhitzt entwickelt es einen weißen Rauch von Antimonoxyd; in verschlossenen Gefäßen ist es, selbst bei Weißglühhitze, nicht flüchtig; wird dagegen durch das Schmelzgefäß ein Strom reines Wasserstoffgas geleitet, so kann es destillirt werden.

Durch Salpetersäure wird es oxydirt, aber nur in geringer Menge aufgelöst; auch in Chlorwasserstoffsäure ist es wenig löslich; Königswasser dagegen löst es in der Wärme leicht.

Es bildet mit dem Sauerstoff drei Verbindungen: 1. Antimonoxyd $Sb_2 O_3$; 2. Antimonige Säure $Sb_2 O_4$; 3. Antimonsäure $Sb_2 O_5$.

Es wird zur Bereitung mehrerer, in der Technik sehr wichtiger Legirungen, z. B. mit Blei und Zinn, außerdem zu einigen pharmaceutischen Präparaten gebraucht; in der Physik zu thermoelektrischen Versuchen.

Aepfelsäure. Eine im Pflanzenreich sehr verbreitete Säure, besonders in unreifen Früchten, z. B. Aepfeln, ferner in den Beeren der Schlehen, des Hollunders, des Sauerdorns, neben Citronensäure in den Kirschen, Himbeeren, Johannisbeeren, Zwetschken, Stachelbeeren u. a. In größter Menge findet sie sich in den Vogelbeeren, aus welchen sie folgendermaßen dargestellt wird.

Man erhitzt den geklärten Saft derselben zum Sieden, sättigt ihn, jedoch nicht vollständig, mit Kalk und setzt das Kochen noch eine Zeit lang fort, wobei sich ein körniges Pulver von äpfelsaurem Kalk absetzt. Dasselbe wird auf dem Filtrum gesammelt, mit kaltem Wasser ausgewaschen, sodann mit verdünnter Salpetersäure vermischt und warm filtrirt. Beim Erkalten scheiden sich Krystalle von äpfelsaurem Kalk aus, welche man hierauf in heißem Wasser löst und mit Bleizucker fällt. Der Niederschlag von äpfelsaurem Bleioxyd wird in Wasser eingerührt und durch Schwefelwasserstoff zersetzt, worauf die von dem gebildeten Schwefelblei abfiltrirte Flüssigkeit beim Abdampfen die Aepfelsäure in Gestalt einer gummiartigen Masse hinterläßt.

Sie ist im Wasser und Alkohol leicht auflöslich, zerfließt an der Luft, und besitzt einen sehr sauren Geschmack. Beim Erhitzen auf 150° bildet sie eine krystallinische Masse von wässeriger Fumarsäure.

Die Zusammensetzung der wasserfreien Apfelsäure ist $C_4\ H_4\ O_4$; die wasserhaltige enthält außerdem noch 1 Atom Wasser.

Aquamarin, s. Beryll.

Aräometer. Instrumente zur Bestimmung des spezifischen Gewichts der Flüssigkeiten. Sie beruhen auf der Theorie des Schwimmens, und zwar auf der physikalisch leicht zu erklärenden Erscheinung, daß ein schwimmender Körper um so tiefer in die Flüssigkeit eintaucht, je leichter diese, und umgekehrt, um so weniger eintaucht, je schwerer dieselbe ist. Die einfachste Gestalt ist die eines unten und oben geschlossenen hohlen Zylinders oder einer zylindrischen Röhre, welche, um beim Schwimmen die vertikale Lage beizubehalten, am untern Ende beschwert sein muß. Man fertigt die Aräometer gewöhnlich von Glas, seltener von Metall (Messing). Um die Tiefe des Eintauchens zu beobachten, ist eine Eintheilung oder Skale angebracht, welche bei gläsernen Aräometern aus Papier gemacht und in die Röhre hineingesteckt, bei metallenen dagegen auf die Röhre gravirt wird.

Der obere Theil des Instrumentes, welcher die Skale enthält, muß möglichst genau zylindrisch sein, dagegen ist die Form des unteren Theiles, welcher sich in der Flüssigkeit befindet, gleichgültig, indem es nur darauf ankommt, daß er einen bestimmten Raum in der Flüssigkeit einnimmt. Man gibt ihm gewöhnlich eine bauchige Gestalt, weil das Instrument dann bei gleichem Raume viel kürzer, daher weniger zerbrechlich und in der Anwendung bequemer ist, als eine lange zylindrische Röhre. Die Eintheilung kann, je nach dem Zweck, für welchen das Instrument bestimmt ist, verschieden sein, und es lassen sich in dieser Beziehung drei Arten der Aräometer unterscheiden:

1. Aräometer, welche das spezifische Gewicht der Flüssigkeiten angeben;
2. Aräometer, welche die Stärke oder Konzentration bestimmter Flüssigkeiten in Prozenten des Gehaltes zeigen;
3. Aräometer mit willkürlich gewählter Eintheilung.

Bei der unter Nr. 1 bezeichneten Art der Aräometer wird der Punkt, bis zu welchem sie in reinem Wasser eintauchen, mit 1 bezeichnet, weil das spez. Gew. des Wassers als Einheit angenommen wird. Da aber ein Aräometer, welches für Flüssigkeiten, die schwerer und zugleich für solche, die leichter als Wasser sind, und bei welchen die Zahl 1 in der Mitte der Skale sich befinden müßte, eine sehr unbequeme Länge erhalten würden, so ist es gebräuchlich, besondere Aräometer für leichtere und für schwerere Flüssigkeiten anzufertigen. Die Anfertigung einer sehr genauen Skale ist indessen mit fast unübersteiglichen Schwierigkeiten verbunden, weil sie eine vollkommen zylindrische Glasröhre voraussetzt, dergleichen zu den größten Seltenheiten gehören. Könnte man durch empirische Versuche jeden einzelnen Grad mit größter Schärfe bestimmen, so wäre diese Methode die beste. Gewöhnlich bestimmt man durch empirische Versuche mit Flüssigkeiten von genau bekanntem spezifischem Gewicht einige wenige Punkte der Skale, und macht sodann die einzelnen Abtheilungen nach Berechnung. Da diese Theilungen oder Grade nicht gleich groß ausfallen, sondern nach dem obern Ende des Instrumentes hin immer größer werden, so können sie begreiflicher Weise nicht mit dem Zirkel gemacht werden. Anweisungen zur Anfertigung der Aräometerskalen, auf welche hier nicht näher eingegangen werden kann, findet man unter andern in Prechtl's

technologischer Encyklopädie Bd. 1, S. 325, und in Marbach's physikalischem Wörterbuche, Bd. 1, S. 278.

Die unter Nr. 2 bezeichneten Prozent-Aräometer haben, wie schon erwähnt, den Zweck, den prozentischen Gehalt verschiedener Flüssigkeiten, als der Salzauflösungen, Säuren, Alkalien, des Weingeistes u. a. zu bestimmen. Begreiflicher Weise kann ein solches Aräometer nur für diejenige Flüssigkeit angewendet werden, auf welche sich seine Eintheilung bezieht, und man bedarf daher für jede Flüssigkeit eines besonderen Aräometers. Am meisten gebräuchlich sind die Prozent-Aräometer für Weingeist (Alkoholometer), für Kochsalzlösungen (Salzspindeln) und für Lauge (Laugenwagen).

Schon im Artikel Alkohol ist der Alkoholometer Erwähnung geschehen und gezeigt, daß zwei Arten derselben, nämlich solche, welche Raum — und solche, welche Gewichtprozente angeben, unterschieden werden müssen. Die erstere oder Tralles'sche Skale ist die in Deutschland vorzugsweise gebräuchliche; die zweite, nach Richter'schen Bestimmungen, auch die Stoppanische Skale benannt, ist nicht nur weniger genau, sondern auch, weil die geistigen Getränke im Handel nicht gewogen, sondern gemessen werden, weniger gebräuchlich. Eine Tabelle über das den Graden des Tralles'schen Alkoholometers entsprechende spezifische Gewicht ist im Artikel Alkohol nachzusehen; woselbst auch eine Tabelle über die Berichtigung der gefundenen Grade bei von der Normaltemperatur abweichenden Wärmegraden gegeben ist.

Die Laugenwagen betreffend ist darauf aufmerksam zu machen, daß sie sich entweder auf eine Lösung des kohlensauren Alkali beziehen und also den Prozentgehalt an diesem angeben, oder auf kohlensäurefreie ätzende Lauge. In beiden Fällen muß auf der Skale angegeben sein, ob das Instrument für Kali oder Natron gültig ist.

Es sind nun noch die unter Nr. 3 angeführten Aräometer mit willkürlicher Skale zu betrachten, welche weder das spezifische Gewicht, noch den Prozentgehalt irgend einer Flüssigkeit angeben. Es gehören dahin die Skalen von Baumé, Cartier, Beck u. a. Da die Grade dieser Aräometer an und für sich keinen bestimmten Sinn haben, so fällt auch der Grund hinweg, ihnen, wie dieses sonst geschehen müßte, ungleiche Größe zu geben; sie können daher ohne Weiteres mit dem Zirkel gemacht werden, worin für den Verfertiger eine außerordentliche Erleichterung und Zeitersparniß liegt. Die aus diesem Umstande erwachsende Wohlfeilheit solcher Aräometer trägt ohne Zweifel viel zu ihrer großen Verbreitung bei.

Das Baumé'sche Aräometer hat, je nachdem es für schwerere oder leichtere Flüssigkeiten bestimmt ist, ganz verschiedene Graduirung.

a) Für schwerere Flüssigkeiten. Man bereitet eine Auflösung von 15 Gewichtstheilen trockenem Kochsalz in 85 Theilen destillirtem Wasser, läßt das Instrument darin schwimmen, und bezeichnet den Punkt, bis zu welchem es einsinkt, mit der Zahl 15; hierauf wird der Punkt, bis zu welchem es in reinem Wasser einsinkt, mit 0 bezeichnet, der Abstand zwischen beiden Punkten in 15 gleiche Theile getheilt, und dieselbe Theilung, so weit die Länge der Röhre gestattet, etwa bis zu 70 Graden, noch weiter fortgesetzt. Die 0, dem spezifischen Gewicht des Wassers entsprechend, bildet den oberen Anfang der Skale.

b) Für leichtere Flüssigkeiten löst man 1 Theil Kochsalz in 9 Theilen Wasser, und bezeichnet den Punkt, bis zu welchem das Instrument in diese Lösung einsinkt, welcher Punkt am unteren Ende der Skale liegen muß, mit 0; sodann den Punkt, bis zu welchem es in reinem Wasser

einsinkt, mit 10; theilt den Zwischenraum in 10 gleiche Theile, und trägt noch mehr solcher Theile bis zum oberen Ende der Skale.

Die **Cartier**'sche Skale ist durch eine willkürliche, noch dazu ganz unzweckmäßige Abänderung der Baumé'schen entstanden. Er vergrößerte die Grade ein wenig, so daß 15 seiner Grade = 16 Baumé'schen (für leichtere Flüssigkeiten) wurden, ferner verrückte er die Skale in der Art, daß am Wasserpunkt die Zahl $10^3/_4$ zu stehen kam. Diese Skale würde ihrer unsinnigen Einrichtung wegen verdienen, der Vergessenheit anheimzufallen, sie hat sich aber dennoch in Frankreich als Branntweinwage sehr verbreitet.

Weit vernünftiger und zweckmäßiger ist die Skale von **Beck** in Bern, nach Bentely's Angaben konstruirt. Der Wasserpunkt, welcher ziemlich in der Mitte der Skale liegt, ist mit 0 bezeichnet; ein zweiter Punkt, bis zu welchem das Instrument in einer Flüssigkeit von 0,85 spezifischem Gewicht einsinkt, mit der Zahl 30. Der Zwischenraum beider Punkte wird in 30 gleiche Theile getheilt, und gleich große Grade werden noch oberhalb und unterhalb aufgetragen. Die Skale gilt für die Normaltemperatur von + 10° R.

Die folgenden Tabellen geben eine Zusammenstellung der Baumé'schen, Cartierschen und Beck'schen Aräometer-Skalen, und der den Graden dieser Skalen entsprechenden specifischen Gewichte.

A. Für Flüssigkeiten, welche schwerer sind, als Wasser.

Grade	Baumé nach Schober u. Pecher	Beck	Grade	Baumé nach Schober u. Pecher	Beck	Grade	Baumé nach Schober u. Pecher	Beck
0	1.0000	1.0000	27	1.2285	1.1888	53	1.5752	1.4530
1	0069	0059	28	2390	1972	54	5925	4655
2	0139	0119	29	2497	2057	55	6101	4783
3	0211	0180	30	2605	2143	56	6282	4912
4	0283	0214	31	2716	2230	57	6467	5044
5	0356	0303	32	2828	2319	58	6656	5179
6	0431	0366	33	2943	2409	59	6849	5315
7	0506	0429	34	3059	2500	60	7047	5454
8	0583	0494	35	3177	2593	61	7250	5596
9	0661	0559	36	3298	2687	62	7457	5741
10	0740	0625	37	3421	2782	63	7669	5888
11	0820	0692	38	3546	2879	64	7888	6038
12	0901	0759	39	3674	2977	65	8111	6190
13	0983	0828	40	3804	3077	66	8340	6346
14	1067	0897	41	3937	3178	67	8574	6505
15	1152	0968	42	4072	3281	68	8815	6667
16	1239	1039	43	4210	3386	69	9062	6832
17	1326	1111	44	4350	3492	70	9316	7000
18	1415	1184	45	4493	3600	71	9577	7172
19	1506	1258	46	4640	3710	72	9844	7347
20	1598	1333	47	4789	3821	73	2.0119	7526
21	1691	1409	48	4941	3934	74	0402	7708
22	1786	1486	49	5097	4050	75	0693	7895
23	1883	1565	50	5255	4167	76	—	8085
24	1982	1644	51	5417	4286			
25	2080	1724	52	5583	4407			
26	2182	1860						

B. Für Flüssigkeiten, welche leichter sind als Wasser.

Grade	Baumé	Cartier	Beck	Grade	Baumé	Cartier	Beck	Grade	Baumé	Cartier	Beck
0			1.0000	21	0.9295	0.9275	0.8900	42	0.8193	0.8050	0.8018
1			0.9941	22	9236	9208	8854	43	8147	8000	7981
2			9883	23	9177	9143	8808	44	8102		7944
3			9826	24	9120	9078	8762	45	8057		7907
4			9770	25	9063	9014	8717	46	8013		7871
5			9714	26	9007	8951	8673	47	7969		7834
6			9659	27	8951	8889	8629	48	7925		7799
7			9604	28	8896	8827	8585	49	7882		7763
8			9550	29	8842	8767	8542	50	7839		7727
9			9497	30	8788	8707	8500	51	7815		7692
10	1.0000		9444	31	8735	8649	8457	52	7756		7658
11	0.9931	1.0000	9392	32	8683	8590	8415	53	7714		7623
12	9864	0.9922	9340	33	8632	8533	8374	54	7691		7589
13	9787	9846	9289	34	8580	8477	8333	55	7633		7556
14	9731	9771	9239	35	8530	8421	8292	56	7593		7522
15	9666	9697	9189	36	8480	8366	8252	57	7554		7489
16	9603	9624	9139	37	8431	8312	8212	58	7515		7456
17	9539	9552	9090	38	8382	8258	8173	59	7476		7423
18	9477	9481	9042	39	8334	8205	8133	60	7438		7391
19	9416	9412	8994	40	8287	8153	8095	61	7400		
20	9355	9343	8947	41	8239	8101	8061	62	7362		

Das Baumé'sche Aräometer ist in Deutschland sehr verbreitet, und kommt theils unter seinem rechten, theils aber auch, und nicht selten, unter falschem Titel vor. So findet man in unseren deutschen Handlungen häufig aus Paris bezogene Aräometer mit der Aufschrift Pèse-Savon oder Pèse-Acide, welche nichts anders, als gewöhnliche Baumé'sche Aräometer sind.

Von speziellen Arten der Aräometer wird in den betreffenden Artikeln das Nähere vorkommen, so von der Bierwage im Artikel Bier, vom Sacharimeter in den Artikeln Bier und Branntweinbrennerei.

Es existirt außer den beschriebenen Aräometern noch eine Menge anderer Einrichtungen, so die Gewicht-Aräometer, welche durch aufgelegte Gewichte bis zu einem bestimmten Punkte in die Flüssigkeit herabgedrückt werden, und natürlich bei schwereren Flüssigkeiten ein verhältnißmäßig größeres Gewicht erfordern, als bei leichteren; sodann das Nicholson'sche Aräometer zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes fester Körper; und viele andere, welche in der Technik keine Anwendung finden. Beschreibungen derselben findet man in den physikalischen Lehr- und Wörterbüchern.

Argentan, s. Neusilber.

Arrak. Ein dem Rum ähnliches, jedoch durch einen eigenthümlichen feineren, edleren Geschmack unterschiedenes Getränk. Man bereitet ihn theils aus Reis, indem man denselben malzt, einmaischt, in Gährung bringt, und sodann destillirt; theils, und zwar die feineren Sorten, aus dem gegohrnen Safte der Blüthenkolben der Kokospalme und der Dattelpalme, oft noch mit Zusatz von Zucker. Er wird besonders in Ostindien, an der Küste Malabar, in Goa, Batavia und anderen tropischen Gegenden gemacht.

Arrow-root (Pfeilwurzel-Stärkmehl). Die Wurzel der in Ostindien wachsenden Marantha arundinacea ist reich an Stärkmehl, welches durch Quetschen der Wurzel in einem Mörser und Auswaschen auf einem feinen Siebe gewonnen wird. Man hält diese Art Stärke für nahrhafter als Weizen- und Kartoffelstärke, von welchen sie sich noch dadurch unterscheidet, daß sie, mit heißem Wasser angerührt, sich leichter als jene, und zu einem dünneren, gleichförmigeren Schleim zertheilt. Nach Benzon besteht die frische Wurzel in 100 Theilen aus 26 Stärke (von welcher 23 geradezu gewonnen werden können, während die übrigen 3 sich nur durch Kochen mit Wasser aus dem Parenchym ausziehen lassen), 1,58 Pflanzeneinweiß; 0,5 gummiartigem Extrakt; 0,25 Chlorkalzium, 6,0 unlöslichem Faserstoff, 0,07 flüchtigem Oel und 65,6 Wasser.

Arrow-root wird vorzugsweise zur Bereitung eines nahrhaften schleimigen Getränkes, seltener in der Technik zur Appretur und ähnlichen Zwecken gebraucht.

Arsenik. Dieses Metall kommt theils in gediegenem Zustande, theils, und noch häufiger, in Verbindung mit anderen Metallen und mit Schwefel vor. Die wichtigsten Erze sind:

Gediegen Arsenik (Scherbenkokalt, Fliegenstein), äußerlich grauschwarz, auf frischem Bruch hell stahlgrau und von feinkörnigem Gefüge, vor dem Löthrohr unter Verbreitung von starkem Arsenikgeruch flüchtig. Gewöhnlich in nierenförmigen, schalig abgesonderten Massen. Findet sich sehr ausgezeichnet zu Andreasberg am Harz.

Arsenikkies, Mispikel, aus 43,73 Arsenik, 35,62 Eisen und 20,65

Schwefel nach Karsten bestehend; von graulich gelber Farbe und Metallglanz, vor dem Löthrohr Arsenikgeruch entwickelnd.

Arsenikalkies. Vom vorhergehenden durch größeren Arsenikgehalt und geringere Härte unterschieden. Der Arsenikalkies von Reichenstein enthält nach Karsten 65,88 Arsenik, 32,35 Eisen und 1,77 Schwefel.

Speißkobalt, Arsenikkobalt, ist besonders seines Kobaltgehaltes wegen von technischer Wichtigkeit (m. s. Kobalt), wird indessen auch nebenher zur Arsenikgewinnung benutzt. Der Speißkobalt von Riechelsdorf in Hessen enthält nach Stromeyer 74,21 Arsenik, 20,31 Kobalt, 3,42 Eisen, 0,15 Kupfer und 0,88 Schwefel.

Kobaltglanz, enthält nach Stromeyer 43,46 Arsenik, 33,1 Kobalt, 3,23 Eisen, 20,08 Schwefel, und ist für die Arsenikgewinnung weniger wichtig.

Nickelglanz, nach Pfaff eine Verbindung von 45,9 Arsenik, 24,42 Nickel, 10,46 Eisen und 12,36 Schwefel.

Kupfernickel, wegen der gelblich kupferrothen Farbe so genannt, ist eine Verbindung von Nickel mit Arsenik, im Verhältniß von 43,3 des ersteren mit 56,7 des letzteren.

Die letzten vier der genannten Erze werden hauptsächlich zur Kobalt- oder Nikelgewinnung benutzt, der Arsenikgehalt aber wird gewöhnlich bei der ohnehin erforderlichen Röstung zu Gute gebracht. Außerdem bildet Arsenik einen häufigen Begleiter anderer Erze, z. B. der Silbererze, bei deren Röstung es meistentheils ungenutzt verloren geht.

Das Gediegen-Arsenik wird entweder als Scherbenkobalt oder Fliegenstein in den Handel gebracht, oder gewöhnlich nebst anderen arsenikhaltigen Erzen geröstet und zur Fabrikation von weißem Arsenik benutzt.

Das metallische Arsenik, welches außer seinem natürlichen Vorkommen auch durch Glühung eines Gemenges von weißem Arsenik mit Kohlenpulver und Verdichtung des sich verflüchtigenden Arseniks dargestellt werden kann, hat eine hellstahlgraue, fast der silberweißen sich nähernde Farbe, körniges oder blättriges Gefüge, spezifisches Gewicht = 5,9, ist durchaus spröde; verflüchtigt sich, ohne vorher zu schmelzen, bei 180°, und bildet graue, stark nach Knoblauch riechende Dämpfe; durch Oxydation an der Luft gewinnt die Oberfläche bald eine dunkelgraue Farbe, im Sauerstoffgas verbrennt es mit bläulicher Flamme. Innerlich genossen wirkt es giftig, obgleich nicht in so hohem Grade als die arsenige Säure.

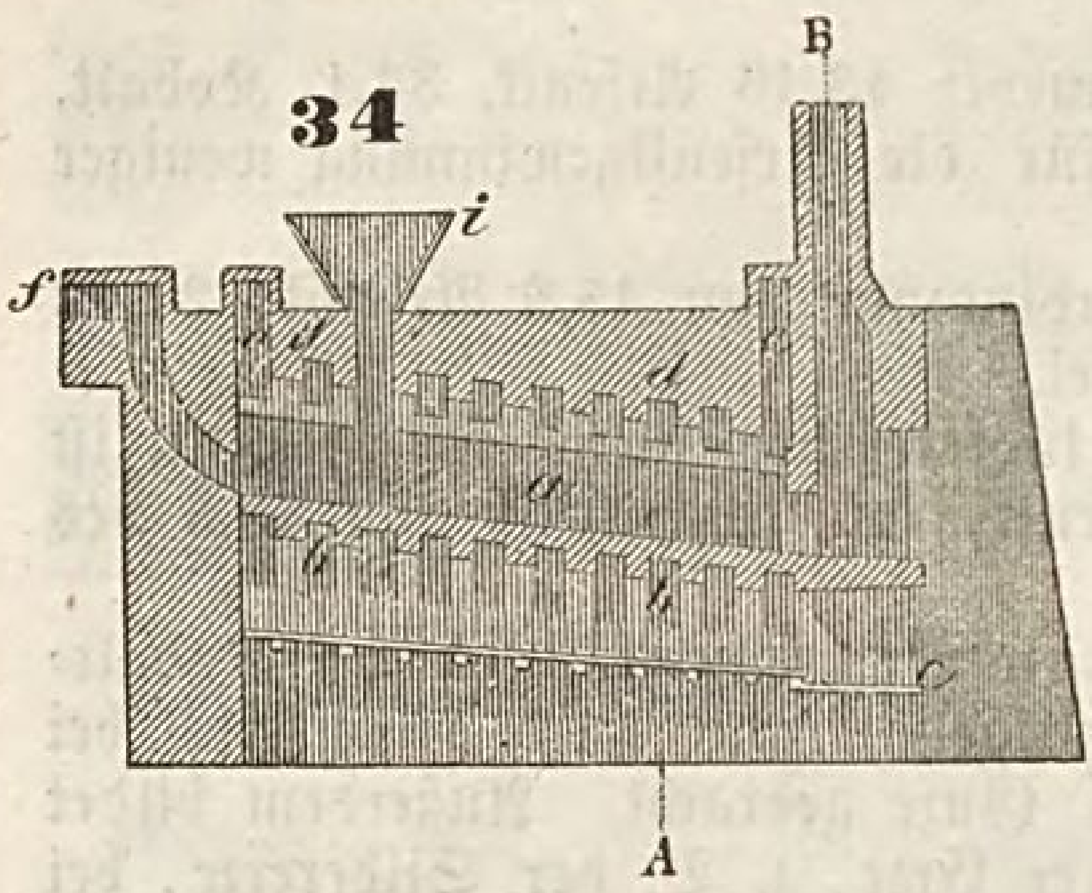
Die einzige Anwendung, welche vom metallischen Arsenik gemacht wird, ist in der Schrotfabrikation (m. s. Blei), obwohl auch hier die arsenige Säure denselben Dienst verrichtet.

Das Arsenik bildet mit dem Sauerstoff zwei Verbindungen, die arsenige Säure und die Arseniksäure, unter welchen nur die erstere von technischer Bedeutung ist, und eine fabrikmäßige Darstellung bedingt. Zur Gewinnung derselben bediente man sich früher des sogenannten Giftfanges, eines langen, von Mauerwerk oder Brettern gebildeten horizontalen Kanales, durch welchen die bei der Röstung arsenikhaltiger Erze entstehenden Dämpfe ihren Weg zu nehmen genöthigt waren, und sich dabei in Gestalt eines weißen, oder vielmehr durch Verunreinigung grauen Pulvers niederschlugen. Vortheilhafter ist die jetzt übliche Verhüttung der arsenikhaltigen Erze durch Röstung in einer Muffel und Sammlung der arsenigen Säure in einem System gemauerter Kammern.

In Schlesien (Altenberg und Reichenstein), wo viel Arsenik gewonnen wird, geschieht die Röstung in einer großen flachen Muffel von feuerfestem Thon, die in schräg aufwärts gehender Lage angebracht ist, und durch ein darunter brennendes, in zahlreichen Zügen um sie spielendes

Feuer glühend gehalten wird. Das gepochte Erz liegt auf dem Boden der Muffel in einer dünnen, zwei bis drei Zoll betragenden Schicht ausgebreitet, und wird von Zeit zu Zeit mit eisernen Haken umgearbeitet, während ein Luftstrom langsam durch die Muffel streicht, das Arsenik oxydirt und die Dämpfe mit sich fortnimmt. Diese nehmen nun zuvörderst ihren Weg durch ein gemauertes Gewölbe und sodann durch sechs auf einander folgende Kammern des Giftthurmes, in welchem sich die staubförmige arsenige Säure (Giftmehl) niederschlägt, und aus welchem sie von Zeit zu Zeit herausgenommen wird.

34



35

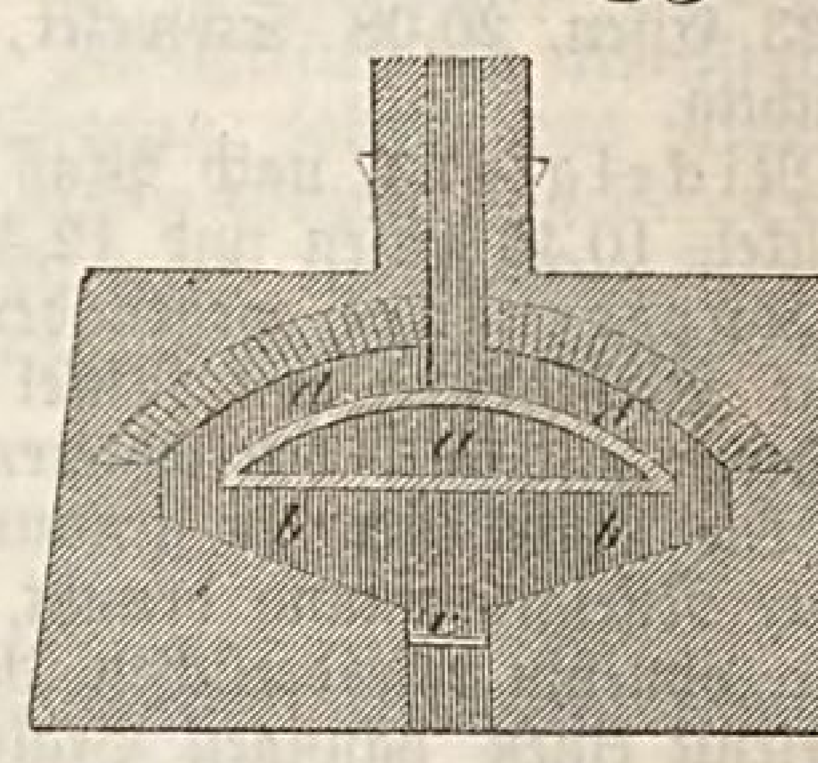


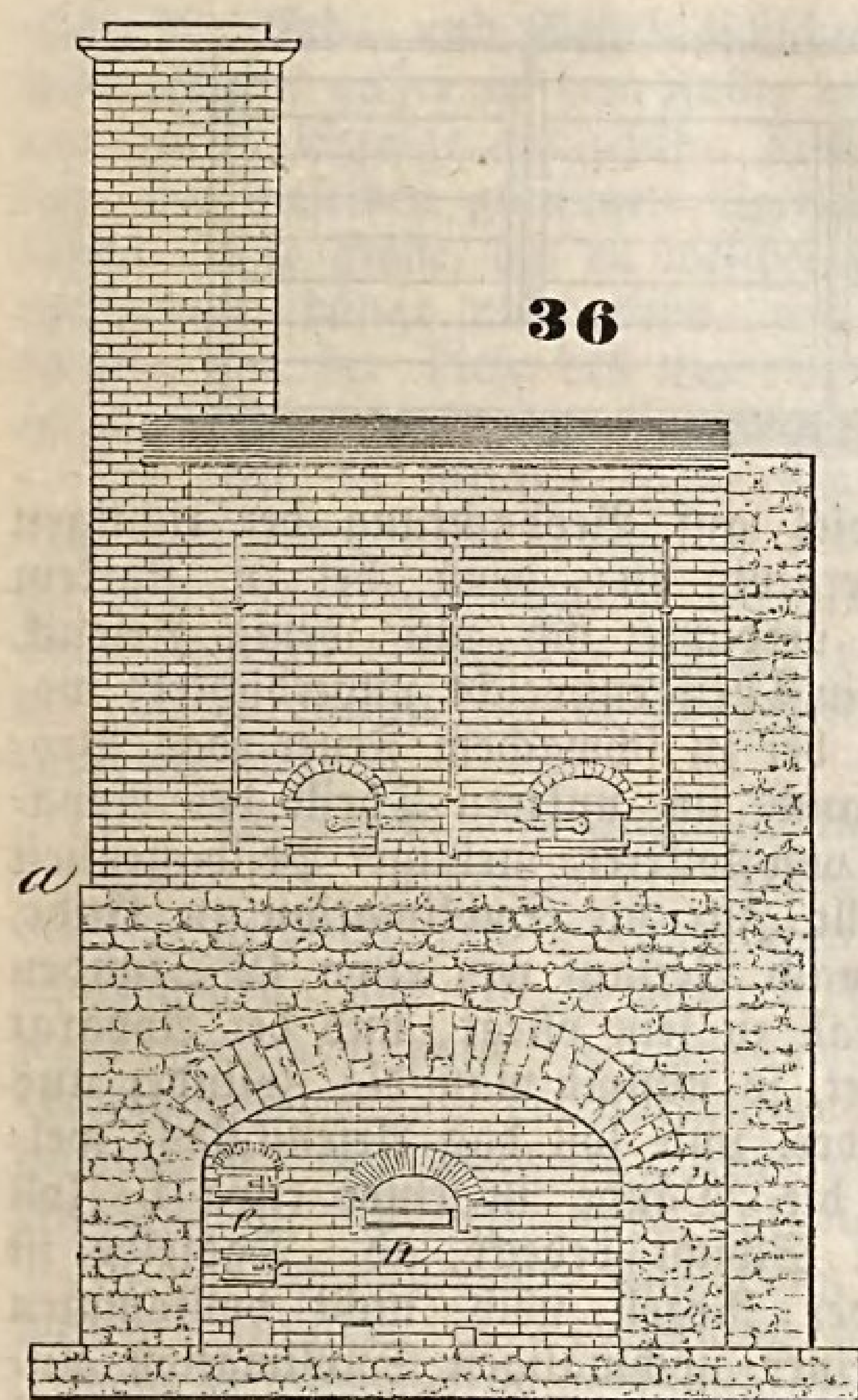
Fig. 34 und 35 zeigen den zu Reichenstein in Schlesien gebräuchlichen Röstofen im vertikalen Durchschnitt, erstere der Länge, die zweite der Quere nach, und zwar letztere in den Ebenen der Linie A und B des Längendurchschnittes. Die Muffel a ist aus feuerfestem Thon angefertigt, von der aus der Zeichnung ersichtlichen Form. Sie ist in geneigter Lage in einen Ofen eingemauert. c der Rost, von welchem die Flamme unterhalb der Mitte der Muffel aufwärts steigt, und sich zu beiden Seiten, rechts und links, durch eine Menge einzelner Kanäle bb unter der Muffel vertheilt, um über ihr in den Kanälen dd sich wieder zu vereinigen, und durch die Füchse ee in den Schornstein abzuziehen. Durch den Trichter i wird das Erz in die Muffel geschüttet, und die Arsenikdämpfe ziehen durch den Kanal f nach den in der Zeichnung weggelassenen Giftkammern, deren mehrere so in Verbindung stehen, daß der Luftzug eine Schlangenlinie zu beschreiben und daher in den Kammern möglichst lange zu verbleiben genöthigt ist.

Der hier beschriebene Muffelofen gewährt den Vortheil, daß das Arsenikmehl nicht mit Rauch und Flugasche verunreinigt wird, weil die Flamme nur die Außenseite der Muffel berührt.

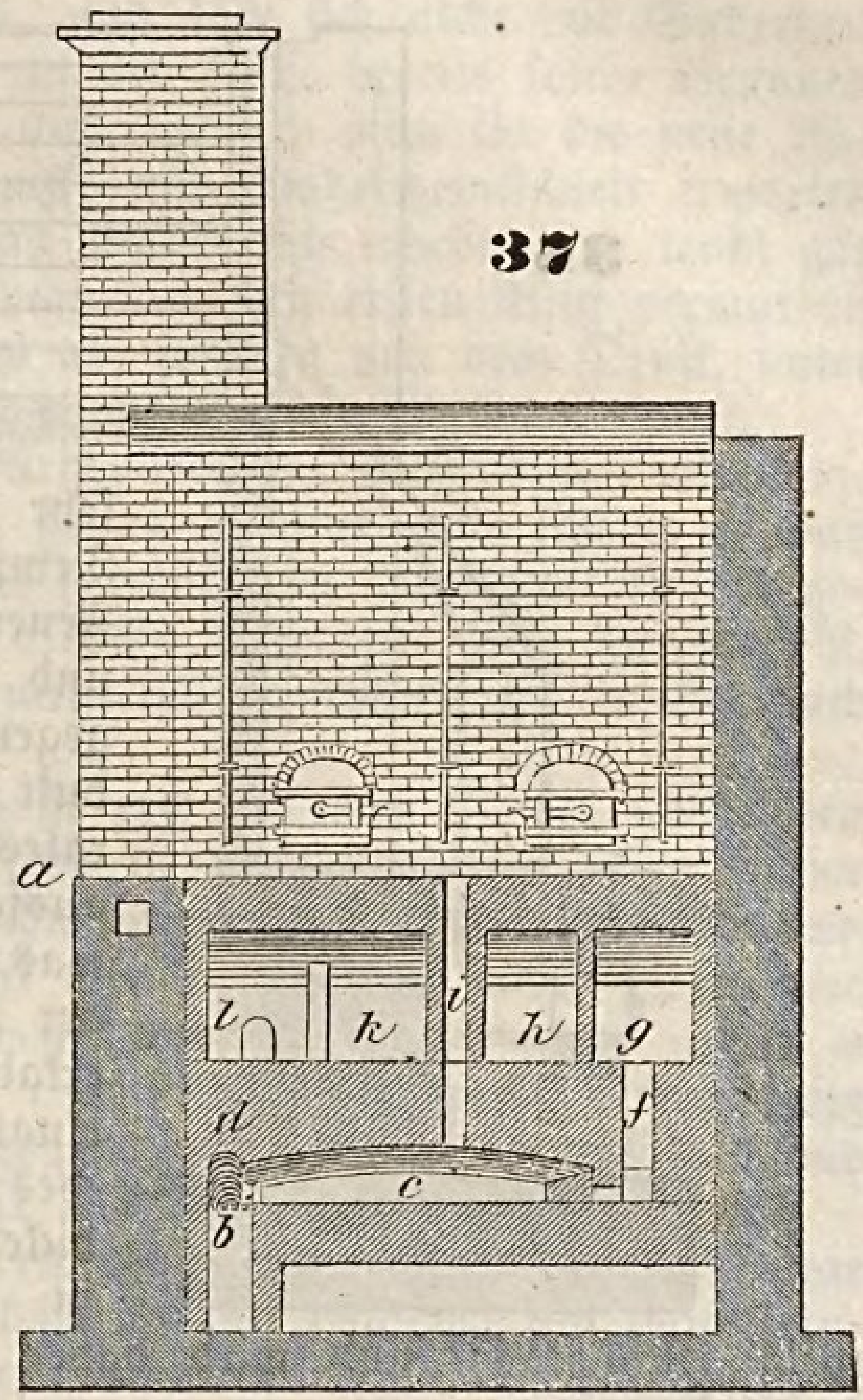
An vielen Orten geschieht die Röstung der arsenikhaltigen Erze in Flammöfen, wo also die Arsenikdämpfe mit der Feuerluft gemischt durch die Giftkammern ziehen; eine Einrichtung, welche zwar kein so reines Produkt liefert, dagegen in der Anlage und im Betriebe weniger kostbar ist.

Fig. 36 und 37 zeigen die Einrichtung eines mit Giftkammern versehenen Flammofens, erstere im Aufriß, letztere im vertikalen Durchschnitt. Der Flammofen nebst den darüber befindlichen ersten Kondensationskammern befindet sich in dem bis zur Höhe a reichenden Mauerwerk, welches bedeutend vorspringend gedacht werden muß, während die oberen Kondensationskammern über a weiter zurück liegen; c der Flammofen, auf dessen flachen Herd die gepochten Erze durch den Kanal i aufgeschüttet werden; n das zu dem Flammofen führende Arbeitsloch mit einer quer davor liegenden Walze zum Auflegen der Stange, mit welcher der Arbeiter die Erze während der Röstung wendet, d die Feuerung, b der

36



37

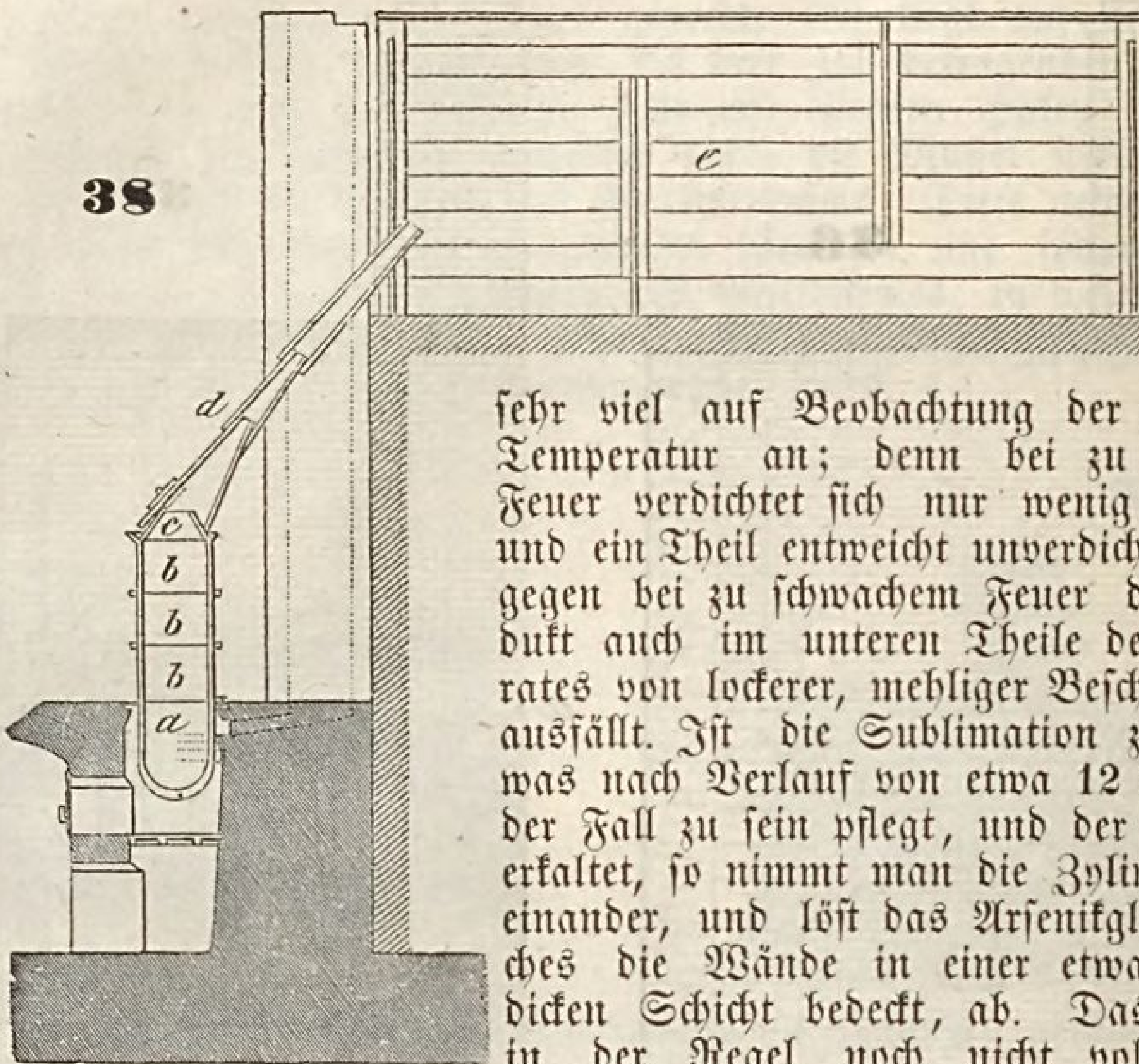


Rost, e die Heizthür, f der Kanal, durch welchen die Feuerluft nebst den Arsenikdämpfen in die vier Kondensationskammern g, h, k, l tritt, welche durch Oeffnungen in den Zwischenwänden dergestalt in Verbindung stehen, daß der Zug einen möglichst langen schlangenförmigen Weg zu nehmen genöthigt ist. Von der Kammer l gelangt die Luft in die vier oberen Kammern, deren zwei vorn, zwei hinten liegen und mit Thüren versehen sind; er gelangt zuerst in die vordere linke, von da in die vordere rechte, von da in die hintere rechte, sodann in die hintere linke, und zieht endlich, nachdem sich auf dem langen Wege das Giftmehl abgesetzt hat, durch den Schornstein ab. Ein besonderer Kanal führt von dem vorderen Arbeitsgewölbe nach dem Schornstein, und dient dazu, die zufällig aus dem Arbeitsloch n entweichenden Arsenikdämpfe abzuleiten, um den Arbeiter davor zu schützen.

Die in den Kammern niedergeschlagene, noch unreine arsenige Säure stellt ein feines graues Pulver dar, und bedarf, um Handelswaare zu werden, einer weiteren Behandlung durch Sublimation, wobei sie einestheils gereinigt, anderentheils aus dem für den Handel sehr unbequemen staubförmigen Zustande in eine dichte glasartige Masse verwandelt wird.

Fig. 38 stellt den zu Reichenstein gebräuchlichen Sublimirapparat im vertikalen Durchschnitt dar. Die Sublimirgefäße sind von Gußeisen, und bestehen zu unterst aus einem Kessel a von 2 Fuß Tiefe und 1½ Fuß Durchmesser, der, wie die Figur zeigt, in einem Ofen eingemauert ist, und drei zylindrischen Aufsätzen b. die mit ihren Rändern genau an einander schließen und auf den Kessel gestellt werden. Man füllt diesen mit Arsenikmehl, kittet die Zylinder auf und gibt zuerst ein mäßiges, nach und nach verstärktes Feuer. Die arsenige Säure verdampft und verdichtet sich an den Wänden der Zylinder, theils in den unteren Aufsätzen zu einer festen glasigen Masse, theils im oberen Theile des Apparates zu einem mehlförmigen Pulver. Es kommt bei dieser Sublimation

38



sehr viel auf Beobachtung der richtigen Temperatur an; denn bei zu starkem Feuer verdichtet sich nur wenig Arsenik, und ein Theil entweicht unverdichtet; wogegen bei zu schwachem Feuer das Produkt auch im unteren Theile des Apparates von lockerer, mehliger Beschaffenheit ausfällt. Ist die Sublimation zu Ende, was nach Verlauf von etwa 12 Stunden der Fall zu sein pflegt, und der Apparat erkaltet, so nimmt man die Zylinder aus einander, und löst das Arsenikglas, welches die Wände in einer etwa 1 Zoll dicken Schicht bedeckt, ab. Dasselbe ist in der Regel noch nicht vollkommen weiß (Rohglas), und wird daher einer nochmaligen Sublimation unterworfen.

Um jeden Verlust zu vermeiden, sind die Zylinder mit konischen Kappen c versehen, über welche wieder die Röhren d gestellt werden, die oben in einen hölzernen Kasten e einmünden, in dessen Abtheilungen sich der aus den Röhren entweichende Arsenikstaub absetzt.

Die so erhaltene arsenige Säure (weißer Arsenik) ist eine ganz durchsichtige, farblose oder ein wenig in's Gelbe spielende glasartige Masse von muschligem Bruch und Glasglanz. Nach längerer Aufbewahrung verliert sie die Durchsichtigkeit, und nimmt ein email- oder porzellanartiges Ansehen an, eine Erscheinung, die man früher der Anziehung von Wasser aus der Luft zuschrieb, die jedoch auf einem ganz andern Grunde zu beruhen scheint. Die arsenige Säure nämlich ist zweier Zustände fähig, eines krystallinischen und eines unkrystallinischen (amorphen); im letzteren bildet sie das Arsenikglas, welches bei längerer Aufbewahrung ohne Aenderung der äußeren Form und des Zusammenhanges unter Umlagerung der Moleküle in die krystallinische Modifikation übergeht.

Die arsenige Säure hat einen schwach-süßlich-metallischen Geschmack, ist selbst in Dampfform geruchlos; in kaltem Wasser ist sie äußerst schwer löslich, in kochendem leichter; weit leichter noch in Säuren (Salzsäure). Innerlich genossen, wirkt sie bekanntlich in hohem Grade giftig.

Sie findet in der Technik vielfältige Anwendung; so bei der Bereitung verschiedener Farben, in der Färberei, der Glasfabrikation.

Artesische Brunnen (Springquellen). Wenn man mit dem Erdbohrer ein senkrechtes Loch bis zu mehr oder weniger bedeutender Tiefe herabbohrt, so ereignet es sich unter günstigen Verhältnissen, daß sich dasselbe von unten her mit Wasser füllt, welches entweder ganz oder nahe bis zur Mündung steigt, oder bisweilen noch überfließt, ja wohl gar fontainenartig in die Höhe springt. Das Gelingen beruht, wie wir demnächst sehen werden, auf dem Vorhandensein gewisser Lagerungsverhält-

nisse der Erd- und Gesteinsschichten, und läßt sich nicht mit Sicherheit vorhersagen, außer in dem Falle, wo in der Nähe bereits solche Brunnen mit gutem Erfolge ausgeführt sind, und dadurch auch für die neue Anlage sich dieselben günstigen Verhältnisse mit Wahrscheinlichkeit erwarten lassen. Die Höhe, bis zu welcher das Wasser sich erhebt, oder wohl gar aufspringt, hängt nicht etwa, wie man auf den ersten Blick vermuthen könnte, von der Tiefe des Bohrloches ab, sondern von dem Druck, unter welchem sich das in den Erdschichten eingeschlossene Wasser befindet.

Die Zeit, in welcher zuerst der Erdbohrer zur Auffindung unterirdischer Quellen benützt wurde, ist nicht genau bekannt, doch scheint es, daß die ersten Springquellen in der alten französischen Grafschaft Artois gebohrt wurden (daher der Name artesische Brunnen), und hier sowohl, wie im nördlichen Italien schon seit mehreren Jahrhunderten in Gebrauch gewesen sind.

In Deutschland und England sind sie erst seit etwa 50 bis 60 Jahren bekannt. Der Gebrauch des Erdbohrers ist zwar auch hier schon früher bekannt gewesen, doch benutzte man ihn vorzugsweise zum Auffinden von Salzquellen, und erst in neuerer Zeit wurde, nachdem durch die Société d'encouragement pour l'industrie nationale und durch die Société royale et centrale d'agriculture der Gegenstand einer wissenschaftlichen Betrachtung unterworfen und mehr an's Licht gezogen war, auch in Deutschland und England die Aufmerksamkeit auf diese wichtige Sache rege.

In London und dessen Umgebung existirt gegenwärtig eine große Menge solcher Brunnen; in Deutschland gehört zu den früheren und mit glänzendem Erfolge gekrönten Bohrbrunnen jener des Herrn Siegel, Besitzers des Amalienbades zu Langenbrücken bei Bruchsal, im März 1826 erbohrt. Die Tiefe dieses Brunnens beträgt 60 Fuß, und es springt das Wasser (ein reichhaltiges Mineralschwefelwasser) 8 Fuß über die Mündung des Bohrloches hervor, täglich 460 Ohm liefernd. — Der im Jahre 1830 von dem Architekten Bruckmann in Erlangen gebohrte Brunnen hat eine Tiefe von 190 Fuß, und liefert ein äußerst reines Trinkwasser in unerschöpflicher Menge, welches sich jedoch nicht bis zur Erdoberfläche erhebt, sondern 10 Fuß unter der Oberfläche des Marktplatzes bleibt, von wo es durch eine Pumpe gehoben wird.

Ein zweiter, an der Rednitz, unweit Erlangen, von den Gebrüdern Fischer angelegter Brunnen hat 102 Fuß Tiefe und liefert ein vortreffliches Trinkwasser, dessen Temperatur unveränderlich, auch im Winter, 9½° R. beträgt, und welches mehre Fuß über den Boden sich erhebt.

Der im Jahre 1830 in Nürnberg angelegte, später noch tiefer gebohrte artesische Brunnen hat eine Tiefe von 357 Fuß. Das Niveau, bis zu welchem das Wasser steigt, ist 12 Fuß über der Erde. Man läßt es aber aus einer 7 Fuß über der Erde befindlichen Ausgußröhre ausfließen, wo es in der Stunde 48 Eimer beträgt. Es ist sehr rein und von 10¾° R.

Ein zweiter, im darauf folgenden Jahre ausgeführter Brunnen im Garten der Herren Lödel und Merkel zu Nürnberg, von 100 Fuß Tiefe, treibt das Wasser 15 Fuß über die Erdoberfläche empor, und liefert stündlich 55 bairische Eimer des reinsten Wassers von 9½° R.

Ein anderer von Bruckmann ausgeführter artesischer Brunnen in der mechanischen Weberei des Herrn von Springer zu Isny im Würtembergischen hat eine Tiefe von 70 Fuß, und liefert stündlich im Durchschnitt 1940 Kubikfuß des schönsten Wassers von 6½° R. Bei geschlossenen Seitenöffnungen steigt das Wasser auf 1 Fuß 2 Zoll über die Erdoberfläche.

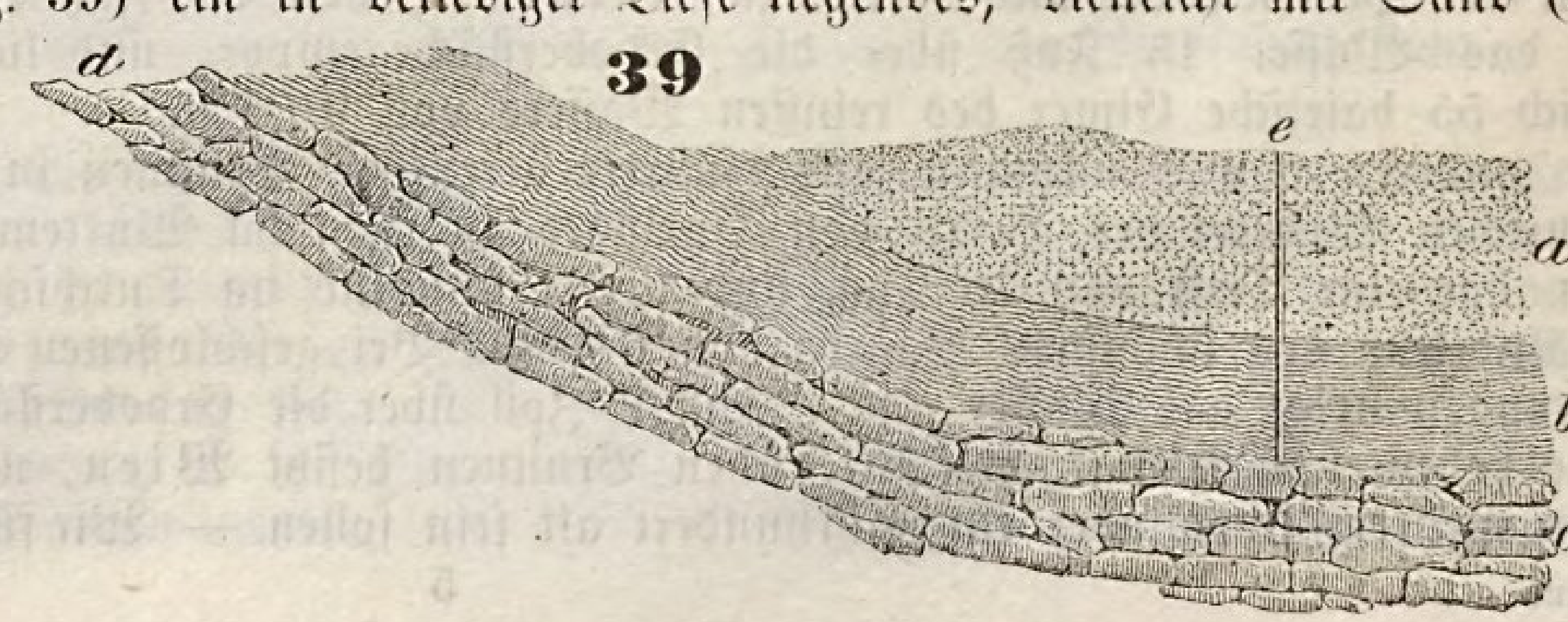
Eine bedeutende Menge von artesischen Brunnen besitzt Wien, unter welchen mehrere schon über ein Jahrhundert alt sein sollen. — Wir fügen

diesen wenigen Anführungen deutscher Bohrbrunnen, welche sich auf eine sehr große Zahl vermehren ließen, nur noch einige Worte über zwei sehr berühmte französische Brunnen hinzu. Der eine derselben, auf der Besitzung des Grafen von Richemont durch den Mechaniker Mulot am Ufer des Flußes Cher, unweit Tours, gebohrt, reicht bis zu einer Tiefe von 398 Par. Fuß; das 4 Fuß 8 Zoll über der Erdoberfläche ablaufende Wasser beträgt 2402 Liter, d. i. 77 Kubikfuß in der Minute. Der im Jahre 1838 angefangene Brunnen im Schlachthause zu Grenelle bei Paris, ebenfalls von Mulot ausgeführt, reicht zu der enormen Tiefe von 1684 Fuß. Das Bohrloch hat an der Mündung einen Durchmesser von 1 Fuß 8 Zoll, am unteren Ende einen Durchmesser von 6 Zoll 8 Linien, und ist fast der ganzen Länge nach mit starken Eisenblechröhren ausgefüttert. Die Bohrung, welche drei Jahre zu ihrer Beendigung erforderte, wurde drei Mal durch das Abbrechen der Bohrstange unterbrochen; dafür war das Resultat ein überaus glänzendes, indem dieser Brunnen eine Wassermasse liefert, welche sich täglich auf über 4 Millionen Liter oder 8,600,000 Pfund, in der Minute 5972 Pfund oder 90 Kubikfuß, beläuft. Die Temperatur des Wassers beträgt 28° C. Es war eine geraume Zeit hindurch von schwärzlicher Farbe, ganz trüb und führte eine große Menge Sand mit sich. Später hat sich diese Trübung verloren, und das Wasser fließt gegenwärtig ganz klar. Es ist so weich, daß es vollkommen gut zum Waschen gebraucht werden kann, und besitzt so viel Steigkraft, daß es in dem Ausflußrohre bis zu bedeutender Höhe über die Erdoberfläche steigt.

Man hat für das Aufsteigen des Wassers in den artesischen Brunnen verschiedene Gründe angenommen; nachdem es jedoch erwiesen ist, daß die gewöhnlichen Quellen, die an so vielen Punkten dem Boden entspringen, von dem Eindringen des Wassers herrühren, welches als Regen, Schnee, Thau u. s. w. verdichtet auf die Oberfläche unseres Erdballes herabfällt, so hat auch die Theorie der tieferen Wasseradern keine Schwierigkeit, und läßt sich aus den bekannten hydrostatischen Gründen ganz genügend herleiten.

Das Wasser sammelt sich nach seiner Verdichtung aus der Atmosphäre auf dem Erdboden, und dringt durch unzählige Poren und Klüfte der Gesteinslager hindurch, um weiter unten in unterirdischen Klüften, Höhlungen und weiteren Ansammlungen sich wieder zu vereinigen. Es herrscht jedoch unter den verschiedenen Gesteinslagern und Erdschichten ein großer Unterschied, indem einige derselben aus kleinen gesonderten Theilen bestehen, welche eine große Menge von Zwischenräumen enthalten, z. B. Grand; andere, und zwar die meisten, größere Massen bilden, deren Zusammenhang durch Absonderungen oder Spalten unterbrochen ist, noch andere endlich, welche ungeachtet einer sich weit erstreckenden Ausbreitung völlig frei von Absonderungen oder Klüften sind, und daher eine dem Wasser undurchdringliche Decke bilden. Diese letzteren, zu welchen vornehmlich Thon- und Mergellager gehören, sind es, deren Vorhandensein die Ausführbarkeit der artesischen Brunnen bedingt. Man denke sich (Fig. 39) ein in beliebiger Tiefe liegendes, vielleicht mit Sand (a) be-

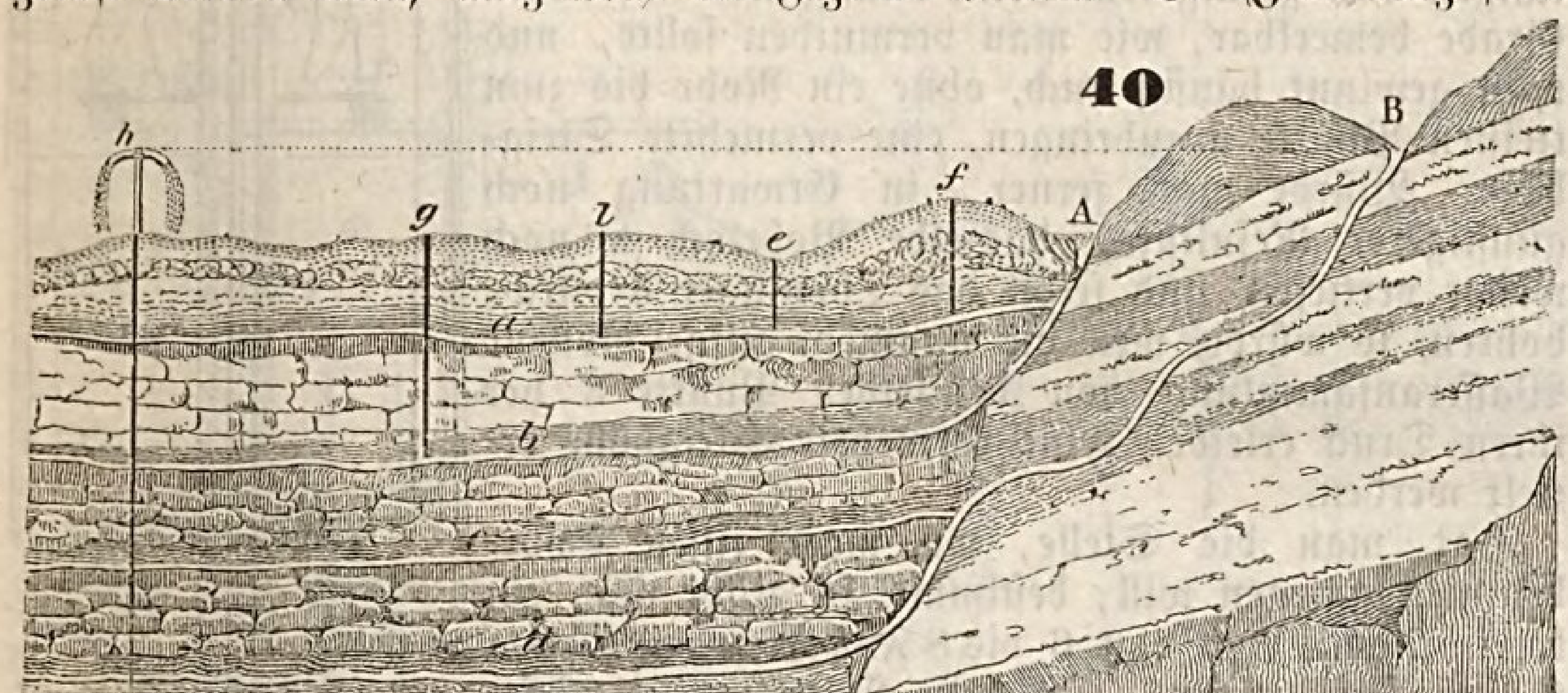
39



decktes Thonlager (b) von großer Ausdehnung, und unter demselben ein Lager (c) irgend eines stark zerklüfteten Gesteins; es steigen ferner die letzteren beiden an einer näher oder entfernter liegenden Stelle aufwärts. Das bei d eindringende Tagewasser sinkt in den Klüften des Lagers c herab, und füllt dieselben, kann aber, durch das Thonlager bedeckt, nirgend entweichen. Wird nun bei e ein Bohrloch angebracht und bis auf das Lager c herabgetrieben, so steigt das Wasser in demselben in die Höhe, und müßte, in Folge des hydrostatischen Druckes, vorausgesetzt der Punkt d liege bedeutend höher als e, überfließen.

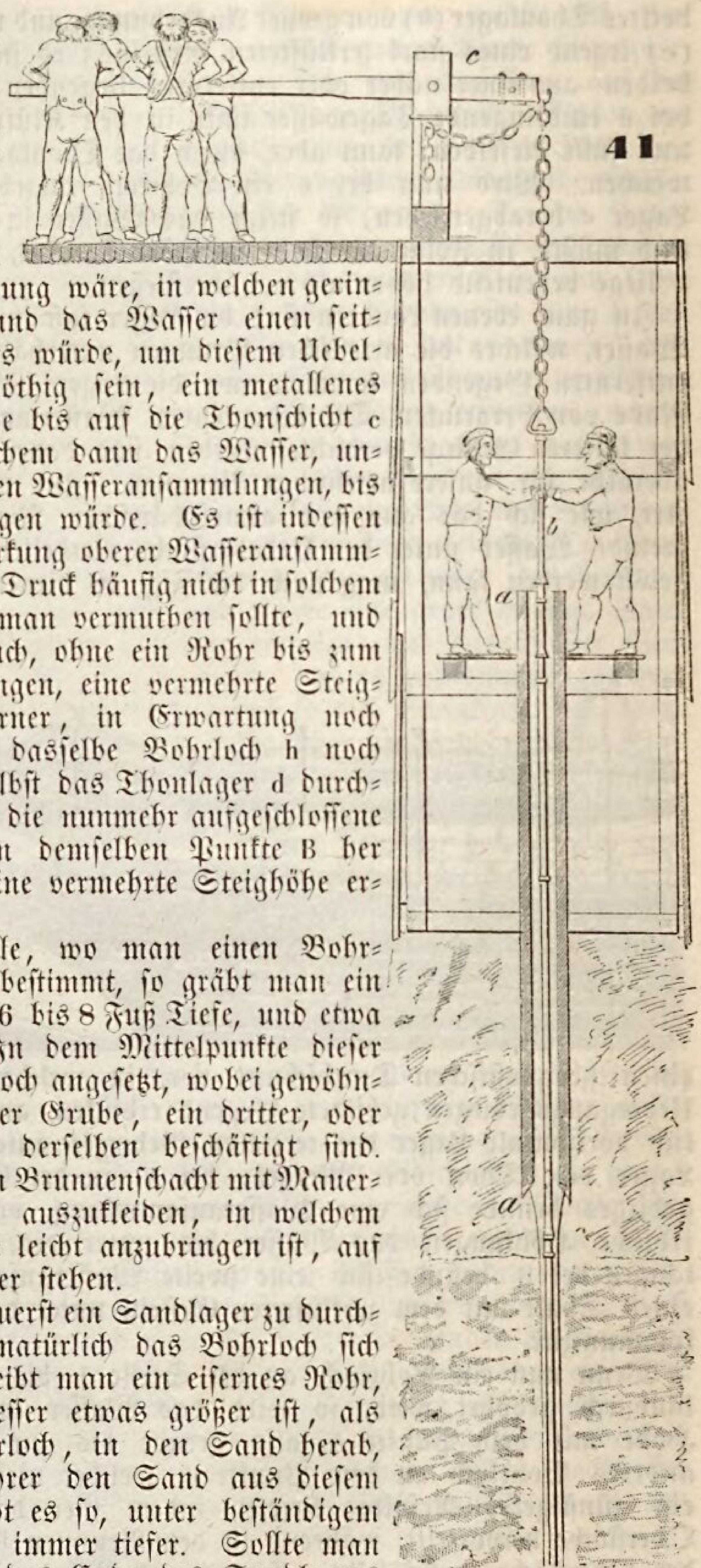
In ganz ebenen Ländern sind die Lager fast immer horizontal und das Wasser, welches die artesischen Brunnen unterhält, muß oft von ziemlich entfernten Gegenden kommen, wo die Lager höher liegen, also aus der Nähe von Bergrücken. Die bedeutenden Wassermassen, die auf den Seiten der kälteren Gebirge verdichtet werden, sind daher die eigentlichen Wasservorräthe für unsere artesischen Brunnen. Zur näheren Erläuterung der Art, wie sich das aus den atmosphärischen Niederschlägen sich ansammelnde Wasser unter der Erdoberfläche vertheilen, und durch Bohrlöcher gelöst werden kann, mag noch die Fig. 40 dienen. Die Zeichnung stellt

40



einen geognostischen Durchschnitt vor, in welchem wir rechts eine aus Uebergangsgebirgen gebildete Gegend erblicken, an welche sich links ziemlich horizontale Lager des tertiären Gebirges anlehnen. a, b und c seien Lager von Thon oder Mergel; bei A an der Grenze des Uebergangsgebirges befinde sich eine Wasseransammlung, von welcher durch unterirdische Höhlungen das Wasser bis unter die Thonlager a und b gelange; bei B befinde sich eine zweite Wasseransammlung, welche durch einen Spalt mit dem zerklüfteten Gestein unter den Thonlagern c und d kommunizire.

Wenn nun ein Bohrloch an der Stelle l bis durch das Thonlager a hindurch gebohrt wird, so wird das Wasser in demselben auf gleiche Höhe mit dem Punkte A, also gerade bis zur Oberfläche steigen; ein anderes Bohrloch an dem Punkte e, welcher niedriger liegt als A, wird ein günstigeres Resultat liefern, indem hier das Wasser bis über die Oberfläche hervortritt, während in dem Brunnen f das Wasser weit unter der Oberfläche zurückbleibt. Ein viertes Bohrloch werde an dem Punkte g bis zu größerer Tiefe und zwar bis durch das Thonlager b hindurch getrieben. Da nun das unter dieser Thonschicht befindliche Wasser auch von dem Punkte A herrührt, so wird es ebenfalls bis zu dieser Höhe steigen, also trotz seiner größeren Tiefe doch kein günstigeres Resultat geben. Endlich sei ein Brunnen h noch tiefer, bis durch die Thonschicht c herabgetrieben. Man ersieht leicht, daß das durch diesen Brunnen gelöste



41

Wasser, welches mit dem höheren Wasser-Spiegel in B kommunizirt, bis zu bedeutender Höhe aus dem Bohrloch emporspringen würde, wenn nicht dieses Loch zugleich auch mit den früheren Wasseradern in Verbindung wäre, in welchen geringerer Druck herrscht, und das Wasser einen seitlichen Abfluß findet. Es würde, um diesem Uebelstande zu begegnen, nöthig sein, ein metallenes Rohr in dem Bohrloche bis auf die Thonschicht c herabzutreiben, in welchem dann das Wasser, unbekümmert um die oberen Wasseransammlungen, bis über die Oberfläche steigen würde. Es ist indessen diese nachtheilige Einwirkung oberer Wasseransammlungen von geringerem Druck häufig nicht in solchem Grade bemerkbar, wie man vermuthen sollte, und man gewinnt häufig auch, ohne ein Rohr bis zum tiefsten Punkte anzubringen, eine vermehrte Steighöhe. Würde man ferner, in Erwartung noch günstigerer Resultate, dasselbe Bohrloch h noch weiter vertiefen, und selbst das Thonlager d durchbohren, so würde, weil die nunmehr aufgeschlossene Wasseransammlung von demselben Punkte B her ihren Druck erleidet, keine vermehrte Steighöhe erzielt werden.

Hat man die Stelle, wo man einen Bohrbrunnen anlegen will, bestimmt, so gräbt man ein kreisförmiges Loch von 6 bis 8 Fuß Tiefe, und etwa 6 Fuß Durchmesser. In dem Mittelpunkte dieser Grube wird das Bohrloch angesetzt, wobei gewöhnlich zwei Arbeiter in der Grube, ein dritter, oder die übrigen außerhalb derselben beschäftigt sind. Zweckmäßig ist es, diesen Brunnenschacht mit Mauerwerk oder Zimmerung auszukleiden, in welchem Falle dann eine Bühne leicht anzubringen ist, auf welcher die zwei Arbeiter stehen.

Im Falle nun, daß zuerst ein Sandlager zu durchbohren ist, in welchem natürlich das Bohrloch sich nicht halten würde, treibt man ein eisernes Rohr, dessen innerer Durchmesser etwas größer ist, als das zu machende Bohrloch, in den Sand herab, holt mit dem Löffelbohrer den Sand aus diesem Rohr heraus, und treibt es so, unter beständigem Auslöffeln des Sandes immer tiefer. Sollte man mit dem ersten Rohr das Ende des Sandlagers noch nicht erreichen, so setzt man ein zweites, und nöthigenfalls noch mehrere successive darüber, bis endlich ein Thon- oder sonstiges Lager erreicht ist, in welchem ohne Rohr weiter gebohrt werden kann.

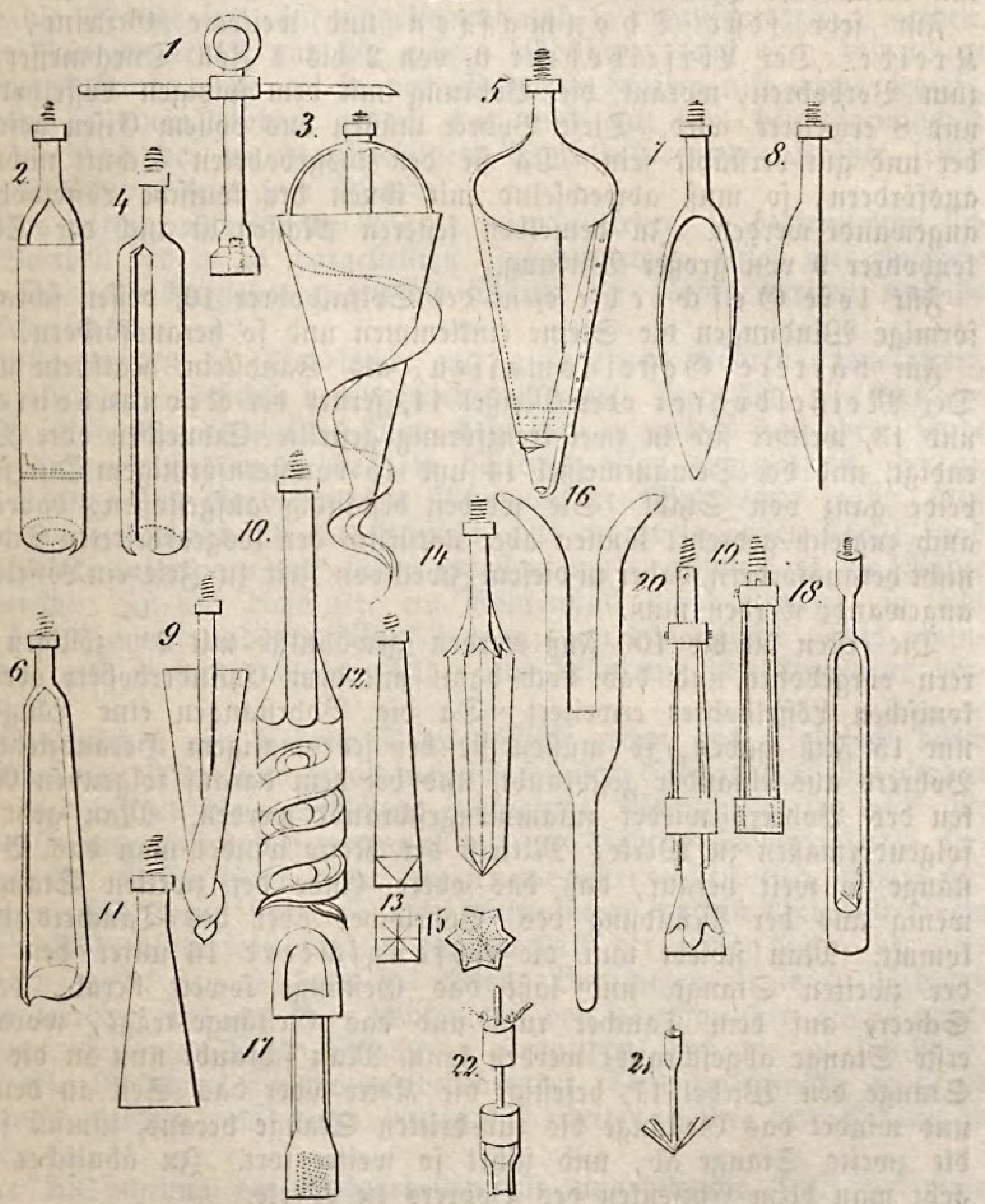
Ist dagegen ein Sandlager nicht vorhanden, und kann man die Bohrung sogleich in Thon, Mergel oder anderen Gesteinslagern beginnen, so fällt die Mühe des Einsenkens eines Rohres hinweg.

Nichts destoweniger ist es auch beim Beginne der Bohrung in Lehm-

oder Mergellagern aus mehreren Gründen rathsam, einen Bohrtaucher einzusetzen, d. h. eine gebohrte hölzerne Röhre, von etwa 1 Fuß innerem Durchmesser, von welcher aus dann das Bohrloch weiter getrieben wird. In der Fig. 41 (siehe vorhergehende Seite) ist aa dieser Bohrtaucher.

Das Hauptinstrument, mittelst dessen die Bohrer gehandhabt werden, ist der Dreher oder Bohrschwengel b. dessen eiserner Schaft am unteren Ende mit einem inneren Schraubengewinde versehen ist, oben einen Ring hat, und zwei hölzerne Arme trägt, an denen er von den Arbeitern gehalten wird. An das untere Schraubengewinde werden die Bohrstangen geschraubt. Bei der Arbeit hängt man den Bohrschwengel nebst den daran befestigten Bohrstangen mittelst einer Kette an den kurzen Arm eines Hebels c, dessen längeren Arm mehrere Arbeiter ergreifen, um den Bohrer abwechselnd zu heben und fallen zu lassen, während die in dem Schachte befindlichen Arbeiter ihn mittelst des Bohrschwengels hin und herdrehen. Fig. 42 zeigt bei 1 die Einrichtung dieses Bohrschwengels genauer.

42



Die Form und Einrichtung der Bohrer selbst richtet sich nach dem jedesmaligen Zweck, und gestattet die mannigfaltigsten Abänderungen,

wie wir sogleich näher sehen werden; sie haben am oberen Ende eine Schraube, womit man sie an die Bohrstangen anschraubt. Diese letzteren, von gesundem, zähem Eisen, haben eine Stärke von etwa 1 bis 1½ Zoll, und eine Länge von 15 Fuß.

Verschiedene Arten der Bohrer und sonstiger Instrumente. (Fig. 42.)

Für Triebsand dient vorzugsweise der Ventilbohrer oder Zylinderbohrer mit Klappe, 2. Beim Umdrehen füllt sich derselbe mittelst der am unteren Ende befindlichen Schaufel mit Triebsand, welcher dann aber, durch die im Inneren befindliche Klappe gehalten, nicht wieder heraus kann. Bei sehr dünnflüssigem Triebsande bedient man sich mit Vortheil der Sandkelle, 3, eines oben offenen Kegels von Blech, mit einer langgezogenen Spirale umgeben.

Für Dammerde, Lehm u. dgl., weiche jedoch nicht flüssige Massen dient der Zylinderbohrer 4, er enthält der ganzen Länge nach eine Seitenöffnung, deren eine, etwas vorstehende Kante schneidend wirkt; ferner der konische Löffelbohrer 5: beide von starkem Eisenblech mit verstählten Schärfen.

Für sehr feste Thonmassen und weichere Gesteine, z. B. Kreide. Der Löffelbohrer 6, von 2 bis 4 Zoll Durchmesser dient zum Vorbohren, worauf die Bohrung mit dem spitzigen Löffelbohrer 7 und 8 erweitert wird. Diese Bohrer müssen aus vollem Eisen geschmiedet und gut verstählt sein. Da sie den losgebohrten Schutt nicht herausfördern, so muß abwechselnd mit ihnen der konische Löffelbohrer 5 angewandt werden. In denselben festeren Massen ist auch der Schneckenbohrer 9 von großer Wirkung.

Für lose Geschiebe dient der Spiralbohrer 10, dessen schraubenförmige Windungen die Steine einklemmen und so herausfördern.

Für härtere Gesteinsmassen, als Sandstein, Kalkstein u. dgl. Der Meißelbohrer oder Meißel 11, ferner der Kronenbohrer 12 und 13, welcher sich in zwei kreuzförmig gestellte Schneiden oder Meißel endigt, und der Demantmeißel 14 und 15 von sternförmigem Querschnitt, beide ganz von Stahl. Sie werden beständig aufgestoßen, dabei aber auch zugleich gedreht; können aber natürlich den losgearbeiteten Schmand nicht herausfördern, daher zu diesem Zweck von Zeit zu Zeit ein Löffelbohrer angewandt werden muß.

Die ersten 50 bis 100 Fuß werden gewöhnlich mit 2½ zölligen Bohrern vorgebohrt und das Loch dann mit dem Cylinderbohrer oder dem konischen Löffelbohrer erweitert. Da die Bohrstangen eine Länge von nur 15 Fuß haben, so müssen sie bei jedesmaligem Herausziehen des Bohrers aus einander geschraubt, und bei dem darauf folgenden Einsenken des Bohrers wieder zusammengeschraubt werden. Man geht dabei folgendermaßen zu Werke: Mittelst der Kette windet man das Bohrgestänge so weit herauf, daß das obere Ende der zweiten Stange ein wenig aus der Mündung des Bohrloches oder des Tauchers hervorkommt. Man schiebt nun die Abfangscheere 16 unter den Ansatz der zweiten Stange, und läßt das Gestänge soweit herab, daß die Scheere auf dem Taucher ruht und das Gestänge trägt, worauf die erste Stange abgeschraubt werden kann. Man schraubt nun an die zweite Stange den Wirbel 17, befestigt die Kette oder das Seil an denselben und windet das Gestänge bis zur dritten Stange heraus, nimmt sodann die zweite Stange ab, und fährt so weiter fort. In ähnlicher Weise geht man beim Einsenken des Bohrers zu Werke.

Daß das häufige Herauswinden und Wiederhineinlassen so vieler Stangen, zumal wenn das Loch eine bedeutende Tiefe erreicht hat, nebst

dem Stoßen und Drehen eine höchst beschwerliche, mühsame und langweilige Arbeit ist, läßt sich leicht ermessen. Dennoch aber geht die Arbeit, wenn keine besondere Hindernisse eintreten, mit einer fast unglaublichen Schnelligkeit von Statten. Trifft aber das Bohrloch auf einen harten Felsen, so kostet es viele Mühe und Zeit, durch ihn hindurch zu kommen. Der Meißel ist in diesem Falle das Hauptinstrument, und muß durch fortwährendes Aufstoßen und Drehen den Stein pulverisiren, und so das Loch hindurcharbeiten.

Der allerschlimmste Fall, der bei dieser Arbeit eintreten kann, ist der, wenn eine Stange oder ein Bohrer in dem Loche abbricht. Man braucht dann oft mehrere Tage dazu, um das im Grunde des Loches sitzende Stück zu fassen und heraus zu ziehen. Von den mannigfaltigen Instrumenten, die in solchem Falle zur Anwendung kommen können, mögen nur einige aufgeführt werden. 18 (in Fig. 42) ist ein Fänger zum Fassen und Herausziehen abgebrochener Stangen, und besteht aus einem an einer Gabel sitzenden flachen Ringe, durch den sich beim Hinunterbringen des Instrumentes die im Loche sitzende Stange hindurch schiebt, um beim Aufziehen durch eine messerscharfe Klinge, die durch eine Feder sich gegen die Stange legt, fest eingeklemmt und so heraufgezogen zu werden.

Die Fangscheere 19 und 20: erstere Abbildung zeigt das Instrument in dem Zustande, wie es in das Bohrloch herabgesenkt wird; letztere, nachdem es einen Bohrer gepackt hat, und mit ihm herausgewunden wird. — Auch der in 10 abgebildete Spiralbohrer oder Krätzer leistet unter Umständen sehr gute Dienste.

Ist es nöthig, eingelassene Röhren herauszuziehen, so bedient man sich mit Vortheil des in 21 dargestellten Instrumentes, dessen vier elastische Arme sich beim Aufziehen gegen die Wände der Röhre spreizen, und sie mit sich ziehen.

Häufig werden die Bohrlöcher mit gußeisernen Röhren ausgefüttert, die in einzelnen Stücken herabgetrieben werden. Die Art, wie dieß geschieht, ist in 22 gezeichnet. Man sieht hier zu unterst das obere Ende eines Röhrenstücks, in welches ein hölzerner Klotz eingesetzt ist, der an einer Stange sitzt, die bis an die Mündung des Bohrloches reicht. Auf dieser Stange schiebt sich ein Gewicht, das an zwei Seilen hängt, und abwechselnd aufgezogen und fallen gelassen wird, wodurch es die Röhre herabtreibt. Ist auf diese Art ein Röhrenstück herabgetrieben, so zieht man das Gewicht und den Block heraus, um das nächste Stück einzutreiben, und so fort, bis die Röhre zur Mündung des Brunnens heraufreicht.

Das Einsetzen von Röhren ist unerläßlich, wenn das Bohrloch durch Schichten von losem und feuchtem, nicht stabilem Erdreich getrieben werden muß; und besitzen diese Schichten bedeutende Mächtigkeit, so wird die Röhre so lang, daß das Einrammen mit den größten Schwierigkeiten verbunden ist. Besser ist es dann, zuerst mit einer recht weiten Röhre anzufangen, und, wenn sich diese nicht weiter herab treiben läßt, mit einem engeren Röhrensatze fortzufahren, der innerhalb der oberen Röhre herunter getrieben wird; ja, es kann bei tiefen Bohrungen in losem Erdreich nöthig werden, bis zu vier Röhrensätze von abnehmender Weite anzubringen. Hat man daher Ursache zu vermuthen, daß die zu durchbohrende lose Erdschicht sich bis zu bedeutender Tiefe forterstreckt, so ist es jedenfalls rathsam, mit einer hinlänglich weiten Röhre den Anfang zu machen.

Zur Ausführung der Bohrarbeiten für eine mittlere Tiefe von etwa 200 Fuß reicht unter gewöhnlichen Verhältnissen 1 Bohrmeister mit 4 Arbeitern hin.

Nach den vorhandenen Erfahrungen kann man annehmen, daß bis zu 50 Fuß Tiefe auf eine Tagarbeit durchschnittlich 4 bis 5 Fuß; von da bis 100 Fuß Tiefe auf eine Tagarbeit 3 Fuß; von da bis 150 Fuß Tiefe auf eine Tagarbeit 2 Fuß, und endlich bis 200 Fuß Tiefe, auf eine Tagearbeit etwa 1 Fuß kommt, so daß ein 200füßiges Bohrloch über 3 Monate erfordern würde.

Bei bedeutenderen Tiefen, die übrigens bei artesischen Brunnen selten vorkommen, sind größere und kostspieligere Vorrichtungen unerläßlich. Zu diesen gehört vornehmlich eine Winderamme, deren ausführliche Beschreibung die Grenzen des gegenwärtigen Artikels überschreiten würde, welche aber in den Werken über Bohrbrunnen, z. B. in Garnier, traité sur les puits artésiens, und in Spetzler, Anleitung zur Anlage artesischer Brunnen, nachgesehen werden kann. Wir empfehlen außerdem Bruckmanns Anleitung zur Anlage artesischer Brunnen. Der Nutzen artesischer Brunnen ist ein mehrfacher. Nicht nur geben sie ein gewöhnlich sehr reines und klares Trinkwasser in unerschöpflicher Menge, sondern sie können auch wegen der sich stets gleich bleibenden mittleren Temperatur dazu dienen, Mühlräder, welche sonst im Winter einfrieren würden, selbst bei der strengsten Kälte frei von Eis zu halten. Ja, sie sind bei bedeutendem Wasserreichthum selbst schon als Triebkraft benutzt. So hat in Millwood (N. Amerika) der Dr. Withers eine Sägemühle angelegt, welche durch 6 artesische Brunnen getrieben wird. Diese Brunnen, von 300 bis 600 Fuß Tiefe, liefern zusammen in der Minute etwa 1000 Gallonen (10,000 Pfund) Wasser, welches sich in einem gemeinschaftlichen Reservoir sammelt und von da nach der Mühle fließt, wo es auf ein Reactionsrad 40 Fuß hoch herabfällt.

Asbest. S. Amiant.

Asphalt. (Erdharz, Judenpech.) Ein in der Erde vorkommendes, nicht, wie andere, von Pflanzen herrührendes Harz. Es besitzt meistens eine schwarze Farbe, muschligen Bruch und starken Glanz, hat demnach mit gewöhnlichem Pech viel Aehnlichkeit; ist von schwachem bituminösem Geruch, schmilzt bei der Hitze des kochenden Wassers, entzündet sich leicht schon an der Lichtflamme, brennt mit leuchtender rußender Flamme, und hinterläßt wenig Asche. Spez. Gewicht = 1,16. Durch trockene Destillation liefert es ein eigenthümliches bituminöses Oel, sehr wenig Wasser, etwas brennbares Gas, und Spuren von Ammoniak, während ungefähr $\frac{1}{3}$ seines Gewichtes an Kohle zurückbleibt.

In Wasser ist es völlig unlöslich, absoluter Alkohol zieht etwa 5 Prozent gelbes, in Alkohol und Aether lösliches Harz aus. Aus dem von der Behandlung mit Alkohol gebliebenen Rückstande nimmt Aether 70 Procent (von dem Gewichte des Asphalts) braunes Harz auf, welches in flüchtigen Oelen sehr leicht löslich ist. Der im Aether unlösliche Theil des Asphalts endlich wird von Terpenthinöl und Steinöl leicht, dagegen nur unbedeutend von Lavendelöl aufgelöst. Diese drei harzigen Stoffe, mithin auch das ganze Asphalt, lösen sich in der Wärme in Terpenthin-, Anis-, Rosmarin-, Stein-, Oliven- und Leinöl auf. Auch ätzende Kalilauge verbindet sich mit Asphalt in ziemlicher Menge zu einer schwarzbraunen Auflösung; kohlensaures Kali dagegen nicht.

Das Asphalt verdankt seine Entstehung wahrscheinlich einer allmäligen Oxydation von Steinöl. Dieses sowie alle flüchtigen Oele, wird durch Aufnahme von Sauerstoff allmälig verharzt, wobei das ursprünglich farblose Oel eine immer dunkler werdende braune Farbe annimmt, zugleich

auch dickflüssiger wird, und in diesem Zustande den Bergtheer darstellt, welcher durch lange fortdauernde Einwirkung der Luft, zum Theil auch durch Abdunstung des flüssigen Oeles, in eine feste Masse übergeht.

Unter den mannigfaltigen Vorkommnissen des Asphaltes ist das Asphaltlager auf der Insel Trinidad, an der Nordküste von Südamerika vor der Mündung des Orinoco, wohl das merkwürdigste. Ziemlich in der Mitte und auf dem höchsten Punkte der Insel befindet sich der Asphalt- oder Theersee, welcher einen noch auf mehrere (englische) Meilen Entfernung bemerkbaren bituminösen Geruch verbreitet. Man könnte ihn in der Entfernung für einen Wassersee halten, doch gewinnt er in größerer Nähe mehr das Ansehen einer Glasfläche; er ist fast rund und hat reichlich eine engl. Meile im Durchmesser; die Tiefe ist unbekannt. Nicht selten entstehen breite Sprünge in der Masse und schließen sich dann wieder, woraus man gefolgert hat, daß sich Wasser darunter befinde. Bei heißem Sonnenschein kommt die Oberfläche wohl einen Zoll tief zum Fluß, wo man dann nicht wie sonst darüber gehen kann; der Erdboden in ziemlich weiter Erstreckung um diesen See besteht aus kohligen Theilen und hart gebrannter Erde, und zeigt unverkennbare Spuren von Einwirkung eines unterirdischen Feuers; an mehreren Stellen in den benachbarten Holzungen findet man runde Vertiefungen und Spalten in der Erde, die etwa 2 Zoll tief mit flüssigem Bergtheer gefüllt sind.

Hatchett hat mehrere Proben von Asphalt aus Trinidad untersucht, und nimmt an, daß, was man bisher für reines Bergpech gehalten hat, eigentlich nur ein poröses thoniges, stark mit Bitumen imprägnirtes Gestein ist.

In großer Menge kommt das Asphalt auf dem Assphaltsee in Judäa (dem s. g. todten Meere) vor. Es quillt nämlich im flüssigen Zustande mit Wasser aus mehreren benachbarten Quellen hervor, gelangt somit in den See, wird nach und nach fest, und sammelt sich in Klumpen auf der Oberfläche des sehr salzhaltigen und daher schweren Wassers. Es wird von den Einwohnern gesammelt und in den Handel gebracht. Bei der allmäligen Verdickung dieses Asphaltes verbreitet sich ein unangenehmer Geruch (ohne Zweifel durch Verflüchtigung von Naphtha) in der Atmosphäre, von dem die Einwohner behaupten, daß er Vögel, die über den See fliegen wollen, tödten könne.

Zu Aniches im Departement du Nord in Frankreich kommt eine schwarze, sehr leicht schmelzbare und weiche Art von Asphalt vor, aus welcher Alkohol, Aether und Terpenthinöl eine fettige, durch Alkalien verseifbare Substanz ausziehen. In kleineren Mengen findet man das Asphalt noch an vielen Orten, doch wird es im Handel gewöhnlich von Smyrna und Aleppo über Livorno und Marseille bezogen.

Man benutzt es besonders zu schwarzen Lakirungen (s. Firniß), zum Aetz- und Deckgrund für Kupferstecher, als eine dunkelbraune Lasurfarbe in der Oelmalerei. Die alten Babylonier bedienten sich desselben statt des Mörtels zum Verbinden der Mauersteine.

Ueber das dem Asphalt so nahe verwandte Steinöl, Petroleum, ist der Artikel Oele, ätherische, nachzusehen.

Der Bergtheer, eine dunkelbraune dickflüssige, dem gewöhnlichen Theer sehr ähnliche, jedoch durch den rein bituminösen Geruch von ihm leicht zu unterscheidende Substanz, ist durch theilweise Verharzung des Steinöls entstanden und als eine Auflösung von Asphalt in Steinöl zu betrachten, welche auch durch Destillation leicht geschieden werden können.

Bergtheer kommt sehr ausgezeichnet an mehreren Punkten Frankreichs vor, so zu Lobsann und Bechelbronn (Departement Bas-Rhin) zu Seyssel, zu Puy-de-la-poix (Departement Puy-de-Dome) u. a. O.; zu Haugenau (Regierungsbezirk Münster) und an mehreren Punkten des Königreiches Hannover, z. B. zu Oedesse (jetzt fast erschöpft), Wietze, am Lindener Berge u. a. O. Er sammelt sich zum Theil auf dem Wasser der zum Zweck der Theergewinnung angelegten Brunnen, zum Theil wird er aus dem damit durchdrungenen Sande durch Auskochen mit Wasser, oder besser sehr verdünnter Potaschenlösung, gewonnen. Er hat in neuerer Zeit durch seine Mitanwendung bei Herstellung des Asphaltpflasters einige Wichtigkeit gewonnen.

Der eigentliche Ursprung des Bitumen ist noch eben so unbekannt, wie der der meisten Mineralkörper. Einige Naturforscher sehen es als ein empyreumatisches Oel an, welches von einem Zersetzungsprozeß herrührt, dem die urweltlichen Pflanzen, deren feste Ueberreste noch jetzt in unermeßlicher Menge gefunden werden, unterliegen. Andere haben die Vermuthung aufgestellt, daß das Steinöl ein Produkt von Stein- oder Braunkohlen ist, die entweder durch vulkanisches Feuer, durch einen unterirdischen Brand, oder durch die bei Zersetzung von Schwefelkies entstehende Hitze, eine Art trockener Destillation erlitten.

Eine eigenthümliche, sehr seltene Art von Bitumen ist das elastische Erdpech, oder fossile Federharz, Elaterit, das bei Castleton in Derbyshire in Klüften eines schiefrigen Thones gefunden wird.

Mit dem Worte Asphalt, welches sich eigentlich nur auf die reine, oben beschriebene harzige Substanz bezieht, wird gegenwärtig auch eine Masse bezeichnet, welche sich von jener sehr wesentlich unterscheidet, und welche durch ihre Anwendung zum Straßenpflastern in der Neuzeit bedeutende Wichtigkeit erlangt hat. Sie besteht in einem mit bituminöser Substanz mehr oder weniger stark durchdrungenen kalkigen Gesteine, oder einem durch Bitumen zusammengebackenen feinen Kalksande. Die Verbindung ist eine rein mechanische, mithin an kein bestimmtes Verhältniß gebunden, und es kommen daher nicht nur an verschiedenen Fundorten, sondern häufig auch an einem und demselben Fundorte die größten Abweichungen vor, wobei gewöhnlich die tiefer liegenden Schichten an Bitumen reicher gefunden werden, als die oberen. Nicht minder in der Beschaffenheit des Bitumens zeigen sich bedeutende Unterschiede; indem es theils die Konsistenz von Bergtheer, theils jene von eigentlichem Asphalt besitzt. Man trennt es von dem kalkigen Bestandtheil am leichtesten durch Salzsäure, in welchem sich derselbe, unter Rücklassung des Bitumens, auflöst.

Die für den Gebrauch zum Straßenpflaster wichtigsten Sorten des Asphaltsteines sind:

1. Asphalt von Seyssel im Departement de l'Ain. Es ist ein von Bitumen durchdrungener Kalkstein, in graubraunen, festen, etwas zähen Stücken, der sich pulvern und sieben läßt, sich jedoch nachher von selbst wieder zu Klumpen vereinigt. Er besteht nach der Untersuchung von Ufer und Beit in 100 Theilen aus 91 Theilen kohlensaurem Kalk und 9 Theilen eines harten, glänzend schwarzen, etwas elastischen Asphaltes. Durch Terpenthinöl läßt sich aus dem pulverisirten Stein das Bitumen vollständig ausziehen, wobei der Kalk in Gestalt eines weißen Pulvers zurückbleibt. Eine nach dieser Methode von Karmarsch ausgeführte Untersuchung ergab einen Gehalt von 12 Prozent Bitumen.

2. Asphalt von Val de Travers im Kanton Neufchatel. Dem vorigen im Wesentlichen sehr ähnlich, zeigte es bei der Untersuchung von Ufer und Beit einen Bitumengehalt von 12 Prozent. Karmarsch fand in

einer Probe denselben, in einer andern einen Gehalt von 15 Prozent Bitumen.

3. Asphalt von Limmer bei Hannover. Der Fundort ist eine kleine Höhe unweit des Dorfes Velber, bei Limmer, ½ Meile westlich von der Stadt Hannover. Das Asphaltlager liegt dicht unter der Erdoberfläche, tritt stellenweise zu Tage aus, und besitzt eine Mächtigkeit von über 14 Fuß. Da es sich seiner Zähigkeit wegen mit Werkzeugen nicht gut gewinnen läßt, so gewinnt man es mittelst Sprengung.

Dieser Asphaltstein besitzt im Aeußeren bis zum Verwechseln dasselbe Ansehen, wie jener von Seyssel und Val de Travers; jedoch sind die unteren Schichten weit dunkler und so stark mit Asphalt durchdrungen, daß sie theilweise fast ganz daraus bestehen, und daher jene anderen Sorten weit übertreffen. Nach der Untersuchung von Gruner enthält dieser Asphaltstein durchschnittlich 17 Prozent Bitumen, die unteren Schichten in 14 Fuß Tiefe aber 98½ bis 99 Prozent, also nur ein Prozent Kalk. Das reine Bitumen ist braunschwarz, fest, jedoch dem Drucke nachgebend, etwas elastisch.

Der in einer anderen, einem anderen Besitzer gehörigen Grube vorkommende Asphaltstein ist viel weniger gut, indem er durchschnittlich nur etwa 7 Prozent Bitumen enthält.

4. Asphalt von Lobsann im Departement des Niederrheins. Der Asphaltstein liegt hier auf einem Braunkohlenflötz, unter welchem sich Erdtheer ansammelt, er besteht nach Uler und Beit aus 88 Prozent eisenhaltigem kohlensaurem Kalk und 12 Prozent Bitumen. Das letztere ist schwarz, enthält mehr Kohlentheilchen als das hannoversche, und ist weniger elastisch. Es wird in Lobsann ein Gemisch von pulverisirtem, mit Erdtheer zusammengeschmolzenem Asphaltstein unter dem Namen Asphaltkitt bereitet. — Nach anderen Angaben soll das Bitumen des Lobsanner Asphaltsteines sehr reich an Erdöl sein, welches bei der Verarbeitung größtentheils verdampft.

5. Asphalt von Bastennes im Departement des Landes, ist ein mit 6 bis 12 Prozent Bitumen durchdrungener Sand. Man gewinnt das Erstere (wahrscheinlich) durch Auskochen mit Wasser, und bringt es unter dem Namen Goudron in den Handel. Es wird dem pulverisirten Asphaltstein anderer Orte bei Bereitung der Massen für Trottoir-Pflasterungen zugesetzt, um ihnen mehr Zähigkeit zu ertheilen.

Zum Behuf der Pflasterungen werden die pulverisirten Asphaltsteine in eisernen Kesseln erhitzt, wobei sie schmelzen, nöthigenfalls ein Zusatz von Goudron oder Erdtheer gegeben, sodann eine bedeutende Quantität Kiesgrand durch anhaltendes Durcharbeiten damit vereinigt, und die so erhaltene Masse heiß auf eine Unterlage von Mauersteinen aufgetragen und durch Streichen und Klopfen mit einer Art großer Kelle abgeglichen und geglättet.

Die Anwendung von eingedampftem Steinkohlentheer (Steinkohlenpech) statt des natürlichen Asphaltes ist zwar wohlfeiler, aber der weniger zähen Beschaffenheit dieser Masse wegen weniger zu empfehlen.

Aether. Man bezeichnet mit diesem Worte eine Klasse sehr leichter, flüchtiger, brennbarer, mehr oder weniger wohlriechender Flüssigkeiten, die durch Destillation von Alkohol mit fast allen stärkeren Säuren entstehen; doch hat die Natur der Säure einen wesentlichen Einfluß auf die Beschaffenheit des gewonnenen Aethers, so daß man nach den angewandten Säuren verschiedene Aetherarten unterscheidet, die übrigens auch hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung ganz wesentliche Abweichungen zeigen, indem mehrere derselben die bei ihrer Bereitung angewendete

Säure chemisch in sich aufnehmen, andere nur einen Bestandtheil derselben, andere nichts.

Die einzige Art von allgemeiner Wichtigkeit ist der Schwefeläther, (Aether im engeren Sinne), der zuerst im Jahre 1540 unter dem Namen „versüßtes Vitriolöl" von Valerius Cordus zu bereiten gelehrt wurde. Erst 190 Jahre später machte Frobenius die Chemiker wieder auf diese Substanz aufmerksam, welcher er den Namen Aether gab.

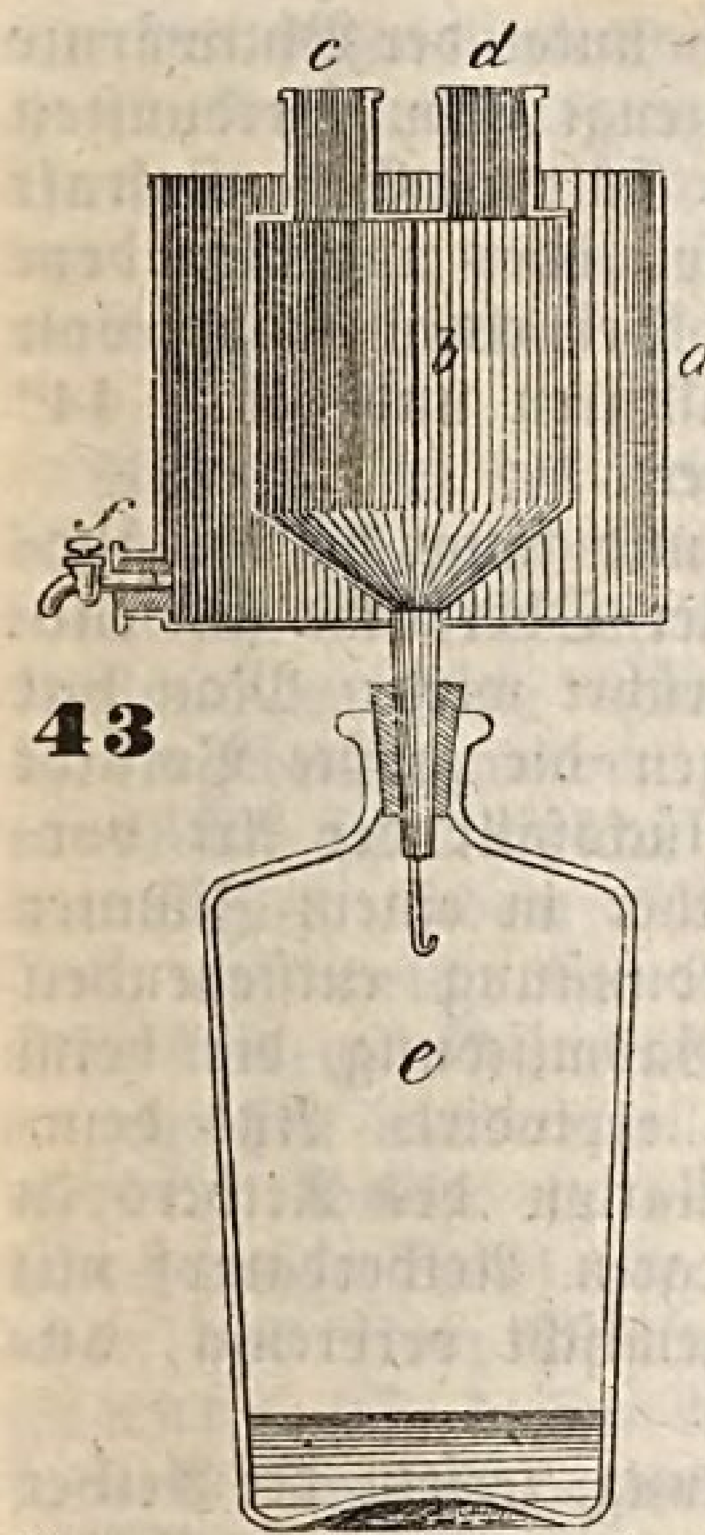
Man hat zwei Methoden, den Schwefeläther darzustellen Nach der einen, der älteren, werden die ganzen Quantitäten Alkohol und Schwefelsäure zusammengegeben und ohne Weiteres destillirt; nach der neueren dagegen wird nur ein Theil des Alkohols mit der Säure gemischt, die Destillation begonnen, und in dem Maße, wie die Zersetzung des Alkohols fortschreitet, fernere Mengen desselben in einem feinen Strahl in die Säure einfließen gelassen. Wir werden nur die letztere, als die bei fabrikmäßiger Darstellung desselben jetzt allein gebräuchliche, näher beschreiben.

In eine kupferne Blase, welche mit einem Schlangenrohr oder einer sonstigen wirksamen Kühlvorrichtung verbunden ist, bringt man eine Mischung von 9 Gewichtstheilen konzentrirter Schwefelsäure mit 5 Theilen Weingeist von 0,835 spez. Gewicht (90° Tralles.) Durch eine mit einem Kork geschlossene Oeffnung der Blase reicht eine gläserne oder, der geringeren Zerbrechlichkeit wegen, bleierne Röhre so weit in die etwa zu $1/_3$ ihrer Höhe gefüllte Blase herab, daß sie ungefähr 1 Zoll tief in die Flüssigkeit eintaucht; welche Röhre oben mit einem Hahne versehen ist, und zu einem Gefäße führt, in welchem sich der Vorrath des nachzugebenden Alkohols befindet. Man erhitzt nun die Blase, und sobald die Destillation lebhaft im Gange ist, öffnet man den Hahn so weit, daß der Alkohol in demselben Maße zufließt, als das Destillat aus der Kühlvorrichtung abläuft, so daß die Blase möglichst genau beständig bis zur selben Höhe gefüllt bleibt. Die Destillation kann so lange fortgesetzt werden, bis an Alkohol das Fünffache von der Menge der angewandten Schwefelsäure verbraucht ist.

Der gewonnene Aether ist mit Alkohol, Wasser, oft auch mit schwefliger Säure und mit Weinöl verunreinigt, und bedarf einer weiteren Reinigung. Diese wird gewöhnlich auf die Weise bewerkstelligt, daß man den rohen Aether mit einem gleichen Volumen Wasser und etwas Kalkmilch schüttelt, welche ihm den Alkohol und die schweflige Säure entziehen, und das Ganze einer nochmaligen Destillation unterwirft. Der zuerst übergehende Aether ist ziemlich rein, bedarf jedoch einer nochmaligen Behandlung mit Wasser, und nach der Trennung davon einer Destillation über Chlorkalzium.

Die bei der ersten Reinigung später übergehenden Antheile bestehen aus einem mit Weingeist und Weinöl stark verunreinigten Aether, welcher wiederholter Behandlungen mit Wasser und Rektifikationen bedarf, um ebenfalls im reinen Zustande dargestellt zu werden.

Eine sehr bequeme Reinigungsmethode, durch welche die bei wiederholten Operationen unvermeidlichen Verluste an Aether fast ganz vermieden werden, ist von Mohr erfunden. Fig. 43 zeigt den dazu dienenden Apparat. In einem zylindrischen Gefäße von Blech, a, befindet sich ein zweites Gefäß b. ebenfalls von Blech und von der aus der Figur deutlich ersichtlichen Einrichtung; es ist durch eine beinahe auf den unteren Boden herabreichende Scheidewand in zwei Abtheilungen getheilt, und enthält oben zwei kurze Röhren c und d. Das untere konische Rohr wird mit einem kleinen hakenförmig gebogenen Glasrohre versehen, und so mittelst eines Korkes, welcher jedoch nicht genau schließen darf, auf



43

einer Flasche e befestigt. Beim Gebrauch füllt man den zu reinigenden rohen Aether, der durch Zusatz einer kleinen Menge ätzender Kalilauge neutralisirt worden, oder auch käuflichen, ein Mal rektifizirten Aether in einen Kolben oder eine Blase, und verbindet dieselbe durch ein Bleirohr mit einer der Röhren c oder d, während die andere zu einer Kühlvorrichtung führt. Das Gefäß a wird mit Wasser von 30° R. gefüllt, und nun die Destillation begonnen. — Da der Siedpunkt des Aethers bei 28½° R. liegt, so kann sich der Dampf desselben in dem auf 30° erwärmten Vorkühler nicht verdichten, während die Dämpfe des Wassers, Alkohols und Weinöles, deren Siedpunkte bedeutend höher liegen, sich verdichten und in die Flasche e abfließen. Die Idee dieser sinnreichen Methode ist dieselbe, welche den zur Branntwein- und Spiritusdestillation dienenden Brennapparaten mit Vorkühler zu Grunde liegt. Die Scheidewand in in dem Gefäße a hat den Zweck, die Dämpfe zu nöthigen, ihren Weg von oben nach unten, und dann wieder hinauf zu nehmen, um länger in der Temperatur von 30° zu bleiben; durch die hakenförmige Glasröhre wird dem kondensirten Weingeist ein Abfluß in die Flasche e gestattet, doch so, daß eine kleine Menge in der Röhre verbleibt und das Ausströmen von Aetherdampf auf diesem Wege verhindert. Sobald man bemerkt, daß kein Aether mehr übergeht, entfernt man das warme Wasser durch den Hahn f, füllt das Gefäß a mit kaltem Wasser und setzt, um allen Alkohol zu gewinnen, die Destillation noch eine Zeitlang fort.

Der so erhaltene Aether ist ganz rein, und den in e gesammelten Weingeist kann man durch einmalige Rektifikation über Kalk leicht zu 90gradigem Spiritus verstärken, der bei einer demnächstigen Operation wieder zugenommen wird.

Der Prozeß der Aetherbildung gehört zu den schwierigen Problemen der organischen Chemie, und ist auch zur Zeit noch nicht mit unzweifelhafter Gewißheit festgestellt. Die ausführliche Darlegung der verschiedenen Ansichten darüber den Lehrbüchern der theoretischen Chemie überlassend, beschränken wir uns auf die folgende Erklärung des Vorganges. Wenn Alkohol (Aethyloxyd-Hydrat, $C_4 H_{10} O + H_2 O$) mit Schwefelsäure gemischt wird, so verbinden sich beide zu Weinschwefelsäure, welche aus schwefelsaurem Aethyloxyd ($C_4 H_{10} O$) und Schwefelsäure-Hydrat besteht. Bei steigender Hitze zerlegt sich diese wieder in Aethyloxyd (Aether), welches entweicht und wasserhaltige Schwefelsäure. Indem zugleich aus der letzteren ein Theil des Wassers verdampft und mit dem Aether abdestillirt, kehrt die Schwefelsäure wieder in ihren früheren Konzentrationsgrad zurück, und ist nun im Stande, noch mehrmals erneuerte Portionen Alkohol auf gleiche Art zu zersetzen. Schwierig ist es nun zu erklären, warum, trotz der so großen Verwandtschaft zwischen Schwefelsäure und Wasser, das letztere in der Temperatur der siedenden Flüssigkeit von etwa 140° C. sich dennoch von ihr trennt, um mit dem Aether, zu welchem es keine Verwandtschaft hat, überzudestilliren.

Eigenschaften des Aethers. Er ist eine wasserklare, äußerst dünnflüssige und leichtbewegliche Flüssigkeit von 0,713 spez. Gewicht bei 15½° C, von eigenthümlichem, nicht unangenehmem, sehr durchdringendem Geruch und einem zuerst bitteren, brennenden, hinterher kühlenden Geschmack. Er

kocht schon bei 35½° C., einer Temperatur, die noch unter der Blutwärme liegt, ist daher in hohem Grade flüchtig, und erzeugt beim Verdunsten bedeutende Kälte. Bei der Temperatur von 17° C. hält die Expansivkraft des Aetherdampfes einer Quecksilbersäule von 15 Zoll oder ungefähr dem halben atmosphärischen Druck das Gleichgewicht. Bei einer Kälte von 31° fängt er an, in glänzenden Blättchen zu krystallisiren und bei —44° geht er ganz in eine weiße krystallinische Masse über.

Der Aether ist außerordentlich leicht entzündlich, und fängt bei Annäherung eines brennenden Körpers durch die von seiner Oberfläche sich entwickelnden Dämpfe Feuer, bevor er von jenem berührt wird. Man hat daher bei Experimenten mit größeren Aethermengen die größte Vorsicht anzuwenden, wie denn auch schon zahlreiche Unglücksfälle der Art vorgekommen sind. Wird eine bedeutende Menge Aether in einem Zimmer verschüttet, so bilden die bei seiner raschen Verdunstung entstehenden Dämpfe mit der Luft des Zimmers eine explosive Gasmischung, die beim Annähern eines Lichtes mit furchtbarer Heftigkeit explodirt. Aus demselben Grunde erfordert die Bereitung und Destillation des Aethers in größeren Quantitäten alle möglichen Vorsichtsmaßregeln. Aetherdampf mit dem zehnfachen Volumen reinen Sauerstoffgases gemischt verbrennt, angezündet, mit einer sehr gewaltigen Explosion.

Längere Zeit mit atmosphärischer Luft in Berührung, zersetzt der Aether sich allmälig unter Aufnahme von Sauerstoff, und verwandelt sich in Essigsäure und Wasser, noch schneller bei mehrmaliger Destillation unter Luftzutritt. Die gebildete Essigsäure tritt zum Theil mit Aether zu Essigäther zusammen. Man bewahrt den Aether daher am besten in ganz gefüllten, wohl verkorkten Flaschen auf, die an einem kalten Orte stehen müssen, widrigenfalls er sauer wird und verdirbt. Er ist mit Wasser nicht mischbar, trennt sich also nach dem Zusammenschütteln wieder und sammelt sich in einer besonderen Schicht auf der Oberfläche, wobei jedoch eine kleine Menge im Wasser aufgelöst bleibt, während umgekehrt der Aether etwas Wasser in sich aufnimmt. Mit Weingeist, flüchtigen und fetten Oelen ist er leicht und in jedem Verhältnisse mischbar, auch löst er besonders in der Wärme die festen Fette, auch verschiedene Harze, sowie Kautschuk auf.

Zusammensetzung des Aethers (Aethyloxyds).

	Atome		in 100 Theilen
Kohlenstoff	4	300.48	64.62
Wasserstoff	10	64.40	13.86
Sauerstoff	1	100.00	21.52
		464.88	100.00

Der Aether wird vorzugsweise in der Medizin, sowie bei chemischen Untersuchungen und Darstellungen angewandt.

Atlas. Der von Seide gewebte Stoff dieses Namens wurde zuerst aus China gebracht. Seine ausgezeichnet glatte, feine und glänzende Oberfläche entsteht dadurch, daß die Kette aus sehr feinen und gedrängt liegenden Fäden besonders schöner Seide gebildet wird und, vermöge einer eigenthümlichen Art Köper, auf der rechten Seite des Gewebes fast nur diese Fäden, vom Einschlage dagegen nichts als zerstreute Pünktchen vorhanden sind, welche sich unter jenen verstecken. Die linke oder unrechte Seite, auf welcher man fast nur den gröberen, aus geringerer Seide bestehenden Einschlag zu sehen bekommt, hat wenig Glanz und überhaupt ein ganz verschiedenes Ansehen. Zum Weben des Atlasses dient ein Stuhl mit 5, 8 oder 10 Schäften und eben so viel Tritten. Der schwerste Möbelatlas wird zehnschäftig, der gewöhnliche Atlas achtschäf-

tig, der sogenannte Bastardatlas fünfschäftig gewebt. (Vergleiche Weberei.) Halbseidener Atlas enthält Kette von Seide und Einschlag von feinem Baumwollengarn. Der wollene und leinene Atlas sind Nachahmungen des seidenen, welche sich mit demselben wegen der Natur ihres Materials an Schönheit nicht messen können.

Aetzen. In der technischen Bedeutung bezeichnet das Wort „Aetzen" diejenige Operation, bei welcher auf der Oberfläche eines Körpers, durch theilweise Behandlung derselben mit einem (flüssigen oder dampfförmigen) Auflösungsmittel, beliebige (meist nicht sehr bedeutende) Vertiefungen hervorgebracht werden. Das angewendete Auflösungsmittel heißt, insofern es flüssig ist, Aetzwasser, und besteht in der Regel aus einer verdünnten Säure, indem Metalle und kalkerdige Substanzen es hauptsächlich sind, auf welche das Aetzen Anwendung findet. Zum Schutze derjenigen Oberflächentheile, welche nicht vertieft, also nicht durch das Aetzwasser angegriffen werden sollen, ist eine dem letzteren widerstehende Decke nothwendig, welche in einigen Fällen Wachs (auf den erwärmten Körper dünn aufgerieben) oder ein bald trocknender Firniß sein kann, gewöhnlich aber aus einer Mischung von Harzen besteht, dem sogenannten Aetzgrunde. (S. diesen Artikel.) Nur in sehr wenigen Fällen ist das Verfahren anwendbar, welches bei flüchtiger Betrachtung als das einfachste erscheint, nämlich die vor dem Aetzwasser zu bewahrenden Stellen allein mit dem schützenden Ueberzuge zu versehen; fast ohne Ausnahme geht man vielmehr auf die Art zu Werke, daß man die ganze Fläche überzieht, und dann die dem Aetzwasser auszusetzenden Theile wieder entblößt, weil namentlich feine Zeichnungen mit scharfen und reinen Umrissen oder solche, die bloß aus schmalen Linien bestehen, nur auf diesem Wege ausgeführt werden können. Die Beseitigung des Aetzgrundes an den zu ätzenden Stellen heißt das Radiren und geschieht durch Ritzen mit einer feinen Stahlspitze (Radirnadel) oder bei breiteren Theilen durch Wegschaben mit einer kleinen spitzigen Messerklinge.

1. Das Aetzen auf Kupfer, welches unter allen Arten des Aetzens die allgemeinste Anwendung findet, dient zur Herstellung von Kupferplatten für den Abdruck, und wird nicht nur selbst auf verschiedene Weise ausgeführt, sondern oft auch mit andern Manieren des Kupferstiches, namentlich mit der Grabstichelarbeit kombinirt. Es müssen drei wesentlich eigenthümliche Arten, Zeichnungen zum Abdruck auf Kupfer zu ätzen, unterschieden werden; das Radiren (oder die eigentliche Aetzkunst), die Aquatinta und die erhabene Manier (oder Ektypographie). Bei den ersten zwei Methoden wird das, was sich abdrucken soll, in die Tiefe geätzt; bei der dritten Methode wird umgekehrt der nicht zur Zeichnung gehörige Theil der Oberfläche eingeätzt und die Zeichnung selbst bleibt als Relief stehen, wie es für den Abdruck in der Buchdruckerpresse erforderlich ist.

a) Eigentliche Aetzkunst. Nachdem die glattgeschliffene und polirte Platte durch Abreiben mit nasser, geschlemmter Kreide von Fett befreit, mit Wasser abgespült und mit reiner Leinwand abgetrocknet ist, trägt man den Aetzgrund auf dieselbe auf (s. Artikel Aetzgrund), der ihre Oberfläche in einer sehr dünnen und gleichförmigen Lage überziehen muß. Um die zu radirende Zeichnung gehörig auf die Platte zu bringen, gibt es mehrere Methoden, von welchen eine der gebräuchlichsten darin besteht, daß man die grundirte Kupferplatte mit Bleiweiß (in schwachem Leimwasser angerührt) dünn bestreicht, die Zeichnung auf durchsichtigem Papier kopirt, letzteres auf der Rückseite mit gepulvertem Röthel einreibt, diese gefärbte Seite des Blattes auf die weiße Fläche des Aetzgrundes legt,

und nun Zug für Zug mit einer stumpfen stählernen Nadel unter mäßigem Aufdrücken nachfährt. Nach dem Abnehmen des Papiers erscheint die Zeichnung roth und deutlich sichtbar auf dem Bleiweißanstriche, und man kann sie nun radiren, indem man die Linien mit der scharfspitzigen Radirnadel durch den Aetzgrund bis auf das blanke Kupfer einritzt.

Nach vollendeter Radirung schreitet man zum Aetzen, indem man die Platte ringsum mit einem etwa zollhohen Rande von Klebwachs (aus gelbem Wachs und Terpentin zusammengeschmolzen) einfaßt, das Aetzwasser etwa ½ Zoll hoch aufschüttet, und so lange als nöthig wirken läßt, dann dasselbe abgießt, die Platte mit reinem Wasser sorgfältig spült, trocknet und den Aetzgrund durch Waschen mit Terpentinöl beseitigt. Reines mit Wasser verdünntes Scheidewasser kann als Aetzwasser auf Kupfer gebracht werden, und bietet die eigenthümliche Erscheinung dar, daß es durch den Gebrauch selbst verbessert wird, indem die schon ein Mal zum Aetzen angewendete und dadurch kupferhaltig gewordene Flüssigkeit bei neuem Gebrauche zwar langsamer, aber reiner ätzt. Man zieht es daher meistentheils vor, gleich von Anfang ein kupferhaltiges Aetzwasser zu bereiten, z. B. auf folgende Weise: Man löst in Scheidewasser so viel Kupfer auf, als es aufzunehmen im Stande ist, vermischt diese Flüssigkeit mit dem dritten Theile ihres Volumens einer gesättigten Auflösung von Salmiak in Essig, gießt das Gemisch auf die Kupferplatte, und verschärft es nach Erforderniß durch vorsichtiges Hinzutröpfeln von Scheidewasser.

Callot und Piranesi gebrauchten ein Aetzwasser aus 8 Theilen Weinessig, 4 Theilen Grünspan, 4 Theilen Kochsalz, 4 Theilen Salmiak, 1 Theil Alaun und 16 Theilen Wasser.

Ein Aetzwasser, welches keine Gasbläschen entwickelt, wird auf folgende Weise bereitet: Man nimmt 10 Gewichtstheile rauchende Salzsäure (spez. Gew. 1,19), verdünnt sie mit 70 Gth. Wasser, und setzt dazu eine siedende Auflösung von 2 Gth. chlorsaurem Kali in 20 Gth. Wasser. Um sehr zarte Partien zu ätzen, kann man diese Flüssigkeit noch mit 100 bis 200 Gth. Wasser verdünnen.

Während des Aetzens muß fast ohne Unterbrechung das Aetzwasser auf der Platte mit einer weichen Schreibfederfahne langsam gerührt oder bewegt werden, damit es gleichmäßiger wirkt und die entstehenden Gasbläschen in den radirten Strichen nicht lange hängen bleiben. Die Vollendung des Aetzens erkennt man durch Untersuchung einiger in einer Ecke der Platte radirter und mitgeätzter Probestriche. Sehr oft ist es erforderlich, verschiedene Theile einer Zeichnung ungleich stark zu ätzen. In diesem Falle unterbricht man das Aetzen durch Abgießen des Aetzwassers, sobald die zartesten Theile ihre Vollendung erreicht haben; bedeckt diese Theile mit einem die fernere Einwirkung der Säure abhalten den Firnisse (D e c k f i r n i ß, eine dicke Auflösung von Aetzgrund in Terpenthinöl), setzt hierauf das Aetzen fort, und wiederholt, wenn noch mehr Abstufungen oder Töne der Aetzung verlangt werden, dieses Verfahren nach Erforderniß.

b) A q u a t i n t a. Bei dieser Methode, Zeichnungen auf Kupfer hervorzubringen, wird zwar ebenfalls die ganze Platte mit Aetzgrund bedeckt, jedoch in solcher Weise, daß der Grund keinen zusammenhängenden Ueberzug bildet, sondern aus einer Menge kleiner getrennter Theilchen besteht, die zwischen sich eben so kleine leere Stellen lassen. Würde man eine so zubereitete Platte, die durch die Aetzgrundtheilchen wie gekörnt erscheint, ohne Weiteres dem Aetzen unterwerfen, so würde sie beim Abdrucke eine gleichmäßig schwarze, fast wie mit Tusche angelegte Fläche liefern. Indem man aber den vorher mit der Radirnadel aufge-

tragenen Umrissen der Zeichnung folgend, viele Stellen der Platte theils gar nicht, theils mehr oder weniger stark ätzt, wird eine Darstellung hervorgebracht, welche einer getuschten Zeichnung sehr ähnlich sieht. Die Hervorbringung des Korns geschieht auf verschiedene Weise. Namentlich unterscheidet man das trockene oder geschmolzene Korn und das gegossene nach englischer Art. Zu dem ersteren wird die Platte gleichmäßig und dünn mit einem zarten Harzpulver (Kopal oder ein Gemenge aus Kolophonium und Mastix) bestäubt, dann erwärmt, wodurch die Stäubchen schmelzen und sich in kleine, dem Kupfer adhärirende Körnchen zusammenziehen. Um das gegossene Korn zu erzeugen, gießt man über die schräg gehaltene Platte eine klare weingeistige Auflösung von Kolophonium oder Mastix, und läßt sie dann trocken werden. Wegen der geringen Menge, in welcher das Harz hiernach zurück bleibt, trennt sich dasselbe in solcher Art, daß es eine Menge höchst kleiner, durch feine Sprünge von einander geschiedener Theilchen bildet, zwischen welchen das Kupfer unbedeckt ist, und also vom Aetzwasser angegriffen werden kann. Die Stellen der Platte, welche im Abdrucke weiß erscheinen sollen, werden nun mittelst des Pinsels mit Deckfirniß (S. 80) versehen, dann ätzt man auf die gewöhnliche Weise, aber sehr vorsichtig. Die Abstufungen oder Töne der Zeichnung erlangt man durch successives Decken und wiederholtes Aetzen, wie bei radirten Platten.

c) Erhabene Manier. Das Wesentliche derselben besteht darin daß man auf der mit Bimsstein feingeschliffenen aber nicht polirten Kupferplatte die Zeichnung mit dem Pinsel oder mit einer stählernen Zeichenfeder ausführt, wozu man einen dicken, aus gewöhnlichem Aetzgrunde, etwas Wachs, etwas Terpentin, Kienruß und Terpentinöl zusammengesetzten Firniß anwendet. Nach dem Trocknen der Zeichnung wird die Platte mit dem Wachsrande umgeben und mit Scheidewasser stark geätzt. Die Zeichnungen, welche man auf solche Weise darstellen kann, ähneln den Holzschnitten, und werden wie diese in der Buchdruckerpresse abgedruckt.

2) Auf Stahl werden radirte Zeichnungen wesentlich in derselben Art wie auf Kupfer geätzt, nur gebraucht man hierbei ein anderes, viel schwächer angreifendes Aetzwasser, da der Stahl weit leichter als das Kupfer von Säuren aufgelöst wird. Vielerlei Aetzwasser sind zu diesem Zwecke angegeben worden. Aus eigener Erfahrung kann folgende Mischung empfohlen werden. Man löset 1 Loth fein zerriebenen ätzenden Quecksilber-Sublimat in 28 Loth Wasser auf, und setzt 16 Gran Weinsteinsäure nebst 16 bis 20 Tropfen Salpetersäure zu. Dieses Aetzwasser wirkt sehr regelmäßig, gefahrlos und doch schnell, so daß binnen 15 Minuten ziemlich tiefe Linien vollendet sind. Es entwickelt keine Gasbläschen, setzt aber fein zertheiltes metallisches Quecksilber ab, welches man fortwährend mit einer weichen Schreibfederfahne zur Seite schieben muß. — Sehr gut soll auch folgende Mischung sein: 120 Gewichtstheile Weingeist von 80 Prozent Gehalt, mit 8 Gth. Salpetersäure vom spez. Gew. 1.22 versetzt und dann 1 Gth. krystallisirten salpetersauren Silberoxydes, in möglichst wenig destillirtem Wasser aufgelöst, hinzugefügt. Sollte sich etwa zeigen, daß von dieser Flüssigkeit der Aetzgrund angegriffen würde, so müßte man schwächeren Weingeist (oder eine geringere Menge des 80prozentigen Weingeistes und dagegen mehr Wasser) anwenden.

Nachstehende Aetzmethode auf Stahl ist von Frankreich aus unter dem Namen Glyphogène bekannt geworden und durch Erfahrung als vorzüglich bewährt.

Die mit dem gewöhnlichen Kupferstecher-Aetzgrunde überzogene und nachher radirte Platte wird mit einem Wachsrande umgeben, dann mit dem unten anzugebenden Vorätzwasser übergossen, welches man einige Minuten darauf stehen läßt, bis die radirten Striche sich gleichmäßig braun färben. Hierauf wird das Vorätzwasser abgegossen, die Platte mit dem eigens dazu bestimmten Spülwasser abgespült, und mittelst eines Blasebalgs möglichst schnell getrocknet. Die ganz trockene Platte übergießt man nun wieder mit Vorätzwasser, welches man abermals so lange darauf läßt, bis die Striche gleichmäßig braun erscheinen; dann wird die Flüssigkeit abgegossen und statt derselben sogleich Aetzwasser aufgeschüttet, welches ungefähr einen halben Zoll hoch die Platte bedecken soll. Man läßt dasselbe so lange ruhig darauf stehen, bis der sich erzeugende feine Schlamm die ganze Fläche gleichmäßig überzogen hat; dann erst wird der Schlamm mit einem weichen Haarpinsel bei Seite gebracht. Dieser erste Aufguß von Aetzwasser bleibt 4 bis 5 Minuten auf der Platte (je nach der Größe des Gegenstandes), wonach die Platte mit gewöhnlichem Wasser reichlich abgespült und mit dem Pinsel bearbeitet wird, bis alle Striche rein ausgewaschen erscheinen. Das aufgegossene Wasser trübt sich hierbei nach einigen Augenblicken; es muß mit dem Aufgießen neuen reinen Wassers so lange fortgefahren werden, bis keine Trübung desselben mehr eintritt. Hierauf wird die Platte mit Spülwasser übergossen und unverzüglich wieder schnell getrocknet. Man bringt nun abermals Vorätzwasser darauf, gießt dasselbe nach einer kleinen Weile ab, und ersetzt es durch Aetzwasser. In dieser Art wird fortgefahren, bis die gewünschte Tiefe der Aetzung erreicht ist. Das Decken solcher Stellen, welche weniger tief ausfallen sollen, geschieht im geeigneten Zeitpunkte mit einer Auflösung von Aetzgrund in Terpentinöl. — Die Vorschriften zur Bereitung der vorstehend genannten drei Flüssigkeiten sind folgende. Spülwasser: Destillirtes Wasser mit einem Drittel seines Volumens Weingeist vermischt. — Vorätzwasser: Destillirtes Wasser gemischt mit 5 Prozent chemisch reiner Salpetersäure und einem Zehntel seines Volumens Weingeist. — Aetzwasser: 30 Loth destillirtes Wasser, 15 Loth Weingeist, 6 Loth chemisch reine Salpetersäure, $\frac{1}{2}$ Loth krystallisirtes salpetersaures Silberoxyd. — Beide Aetzflüssigkeiten müssen vor dem Gebrauche gehörig umgeschüttelt werden, um ganz gleichförmiger Vermischung aller Bestandtheile sicher zu sein. Längere Aufbewahrung derselben muß an einem dunklen Orte geschehen. Die Platten, so wie das Arbeitszimmer müssen eine Temperatur von 15° R. haben, so daß die Flasche mit dem Aetzwasser bei heißer Sommerszeit in kaltes Brunnenwasser, des Winters in erwärmtes Wasser zu stellen ist. Desgleichen hat man die Platten nöthigenfalls am Ofen vorsichtig zu wärmen. Aus dem gebrauchten Aetzwasser kann das darin enthaltene Silber durch Niederschlagung mittelst Kochsalz als Chlorsilber wiedergewonnen werden.

Feine Stahlwaaren (Messer, Scheeren, Säbel- und Degenklingen ꝛc.) werden oft mit glänzenden Verzierungen auf mattem und etwas vertieftem Grunde versehen, welche Art Arbeit man mit dem Namen Damaszirung zu bezeichnen pflegt. Man zeichnet nämlich mit einer Auflösung von Aetzgrund in Terpentinöl und mit dem Haarpinsel auf die polirte Stahlfläche; überzieht mit dem nämlichen Firnisse auch alle übrigen Stellen, welche blank bleiben sollen, und ätzt nachher durch Einlegen in verdünntes Scheidewasser oder auf die Weise, daß der Gegenstand den aus einer Mengung von Kochsalz und Schwefelsäure sich entwickelnden salzsauren Dämpfen ausgesetzt wird.

3. Auf Messing und Silber kann, wie auf Kupfer, mit verdünn-

tem Scheidewasser, auf Gold mit durch Wasser verdünntem Königswasser geätzt werden. Jedoch kommen solche Aetzungen, die nicht zum Abdrucke gebraucht, sondern nur etwa als Verzierungen angewendet werden (namentlich, um dem Grabstichel vorzuarbeiten) ziemlich selten vor.

4. Auf Glas ist als Aetzmittel bloß die Flußsäure anwendbar. Man überzieht die gläserne Platte ꝛc. mit Aetzgrund, radirt in diesen die erforderliche Zeichnung oder Schrift, und gießt dann entweder tropfbare Flußsäure darauf, oder trägt einen Brei von feingepulvertem Flußspath und konzentrirter (auch wohl mit ein wenig Wasser verdünnter) Schwefelsäure auf, oder setzt die Platte in einem hölzernen, mit Blei gefütterten Kasten den Dämpfen der Flußsäure aus, welche von dem eben erwähnten Gemenge entwickelt werden. Die mit flüssiger Säure gemachten Aetzungen fallen glänzend, die durch Dampf bewirkten hingegen matt aus. Mattgeschliffene Fensterscheiben mit vertieften und weniger matt aussehenden Zeichnungen kann man dadurch bereiten, daß man zuerst mit dem Breie von Schwefelsäure und Flußspath ätzt, dann mit einem flachen Stücke Sandstein die ganze Tafel matt schleift, wobei die vertiefte Zeichnung nicht angegriffen wird.

5) Auf kieselerdigen Steinen (Bergkrystall, Achat, Jaspis, Chalzedon u. a. m.) kann mit Flußsäure wie auf Glas geätzt werden.

6) Kalkige Steine, namentlich der lithographische Stein, der Marmor ꝛc. eignen sich sehr gut zum Aetzen, wozu man in diesem Falle das mit Wasser stark verdünnte reine Scheidewasser anwendet. Man kann nach Belieben tiefe oder hohe Zeichnungen ätzen, je nachdem entweder die ganze Steinfläche mit Aetzgrund überzogen und dann radirt, oder umgekehrt die Zeichnung mit flüssigem Aetzgrunde (Auflösung desselben in Terpentinöl) aufgemalt wird. Beliebige Verzierungen lassen sich auf diese beiden Arten hervorbringen. Mit einigen Modifikationen des Verfahrens wird das Aetzen zum Behufe des Abdruckes angewendet. (s. Lithographie.)

7) Perlenmutter läßt sich, da ihr Hauptbestandtheil kohlensaurer Kalk ist, gleich dem Kalksteine durch sehr verdünntes Scheidewasser ätzen; und dieses Verfahren eignet sich sehr wohl zur leichten und schnellen Darstellung vertiefter wie erhabener Verzierungen, indem die geätzten Stellen weder Glanz noch Farbenspiel einbüßen.

Aetzgrund. Zur Bereitung desselben gibt Lawrence folgende Vorschrift. Man nimmt Jungfernwachs und Asphalt, von jedem 4 Loth; schwarzes Pech und burgundisches Pech, von jedem 1 Loth. Das Wachs und das Pech werden in einem neuen glasirten irdenen Topfe geschmolzen, und dann setzt man das fein gepulverte Asphalt allmälig zu. Man läßt das Ganze so lange auf dem Feuer in gelindem Kochen, bis eine davon genommene Probe nach dem Erkalten bricht, wenn man sie zwei oder drei Mal zwischen den Fingern doppelt zusammenbiegt; gießt es dann in warmes Wasser, und knetet es darin zu Kugeln, die man zum Gebrauche aufbewahrt. Beim Zusammenschmelzen muß beständig umgerührt und eine zu starke, die Harze verkohlende Hitze vermieden werden. Es ist zweckmäßig, den Aetzgrund im Sommer etwas härter zu bereiten, als im Winter, und zu diesem Ende entweder ihn länger kochen zu lassen oder etwas mehr Asphalt zuzusetzen.

Um mit dem Aetzgrunde eine Kupferplatte zu überziehen, spannt man die letztere an einer ihrer Ecken in einem Feilkolben fest ein, um sie bequem halten zu können; erwärmt sie über einem mäßigen Kohlenfeuer; überstreicht sie in geraden Zügen mit einer in Taffet eingeschlagenen Kugel

von Aetzgrund (der dabei durch die Poren des Zeuges schwitzt und sich an das Kupfer hängt), und bewirkt dann die gleichmäßige Vertheilung des Ueberzuges durch Betupfen mit einem Bäuschchen Baumwolle, welches ebenfalls in Taffet eingeschlagen ist. Zuletzt beräuchert man die Platte, um den Aetzgrund undurchsichtig zu machen und den beim Arbeiten störenden Glanz des durchschimmernden Kupfers zu verbergen, über der Flamme eines Wachsstocks oder eines Stückes Kienholz.

Der sogenannte florentinische Aetzgrund, welchen Callot gebrauchte, wird aus klarem Leinölfirnisse (Malerfirniß) bereitet, dem man, nachdem er in einem glasirten irdenen Topfe erhitzt ist, ein gleiches Gewicht gepulverten Mastix unter Umrühren zusetzt. Die gehörig zusammengeschmolzene Mischung wird durch feine Leinwand in eine Flasche filtrirt, worin man sie aufbewahrt. Um diesen Aetzgrund zu gebrauchen, wird er mit dem Pinsel auf die erwärmte Kupferplatte aufgetragen, mit dem baumwollenen Tupfer recht gleichmäßig vertheilt und dann getrocknet, indem man die Platte so lange über dem Feuer läßt, bis der Firniß zu rauchen aufhört.

Aetzsublimat. (Quecksilberchlorid, salzsaures Quecksilberoxyd.) Wird fabrikmäßig durch Sublimation einer Mischung von schwefelsaurem Quecksilberoxyd und Kochsalz, zu gleichen Theilen, in gläsernen oder irdenen Kolben, bereitet. Indem sich diese gegenseitig zersetzen, entsteht schwefelsaures Natron, welches auf dem Boden des Kolbens zurückbleibt, und Quecksilberchlorid, welches verdampft und sich in der Wölbung des gläsernen Helms, der auf den Hals des Kolbens gekittet worden, in Form einer weißen Masse von faserigem Gefüge verdichtet.

Er besitzt einen scharf metallischen höchst unangenehmen Geschmack, löst sich bei gewöhnlicher Temperatur in 20 Theilen Wasser; dagegen in einem dem seinigen gleichen Gewichte kochenden Wassers, und in $2\frac{1}{2}$ Theilen kalten Alkohols.

Der Aetzsublimat ist eines der tödtlichsten scharfen Gifte, wird aber bei alledem in sehr kleinen Gaben in der Medizin angewendet. Das beste Gegengift ist rohes ungekochtes Eiweiß in Menge verschluckt.

Man hat sich des Sublimats, besonders in England, zur Konservation des Holzes nach einem Patent von Kyan vielfach bedient (Kyanisiren des Holzes), ist jedoch, theils der schädlichen Ausdünstung, theils der Kostbarkeit wegen, von dieser Methode wieder abgegangen. M. s. Holz. Auch anatomische Präparate können durch eine wässerige Auflösung von Aetzsublimat sehr gut konservirt werden. So z. B. wurde der Leichnam des Colonel Morland hiermit einbalsamirt, um von dem Kriegsschauplatze nach Paris transportirt zu werden. Seine Züge erhielten sich dadurch unverändert, nur daß die Haut braun wurde. Der ganze Körper war so hart, daß er wie ein Stück Holz tönte, wenn man mit einem Hammer daran schlug.

Aufzug ist, in der Weberei, gleichbedeutend mit Kette. (S. Kette und Weberei.)

Auripigment, Operment, Rauschgelb, eine Verbindung von Arsenik mit Schwefel, in dem Verhältnisse von 2 Atomen des ersteren mit 5 Atomen des letzteren.

Es kommt theils in der Natur als Mineral vor, theils wird es künstlich dargestellt. Das natürliche findet sich theils in unbestimmt krystallinischen Theilen von blättrigem Gefüge, theils nierenförmig und dann von feinkörnigem oder dichtem Gefüge. Es ist halbdurchsichtig, von

zitronengelber ins Honiggelbe ziehender Farbe, zuweilen grünlich, und von Demantglanz. Spez. Gewicht = 3.5. Vor dem Löthrohr sich verflüchtigend. Es kommt im Flötzgebirge, im Mergel, Thon und Sandstein, in Gesellschaft von Realgar, Bleiglanz, Schwefelkies und Zinkblende vor. So unter anderen Fundorten zu Kapnik in Ungarn; am schönsten in glänzend gelben Massen von blättrigem Gefüge in Persien.

Künstlich wird es im sächsischen Erzgebirge, so wie am Harz und in Schlesien gewonnen. Man wendet dazu rohes, noch nicht raffinirtes Arsenikmehl an, mischt dasselbe mit 5 Prozent Schwefel, und unterwirft es ganz so wie bei der Raffinerie des weißen Arseniks, der Sublimation, wozu der in dem Artikel Arsenik beschriebene Apparat zur Anwendung kommt. Das so erhaltene Produkt bildet gewöhnlich Schichten von ungleicher, theils hellgelber, theils orangegelber Farbe. Um ein ganz gleichmäßig gelbes Auripigment zu erhalten, ist eine nochmalige Sublimation erforderlich. Das Präparat erscheint dann in gelben, durchscheinenden, kompakten Massen von glasartigem Ansehen, und gibt ein hellgelbes Pulver.

Das natürliche reine Auripigment ist im Wasser vollkommen unauflöslich, und daher von wenig giftiger Wirkung; das künstlich dargestellte dagegen enthält gewöhnlich bedeutende Mengen von weißem Arsenik, wodurch es außerordentlich giftig wirkt.

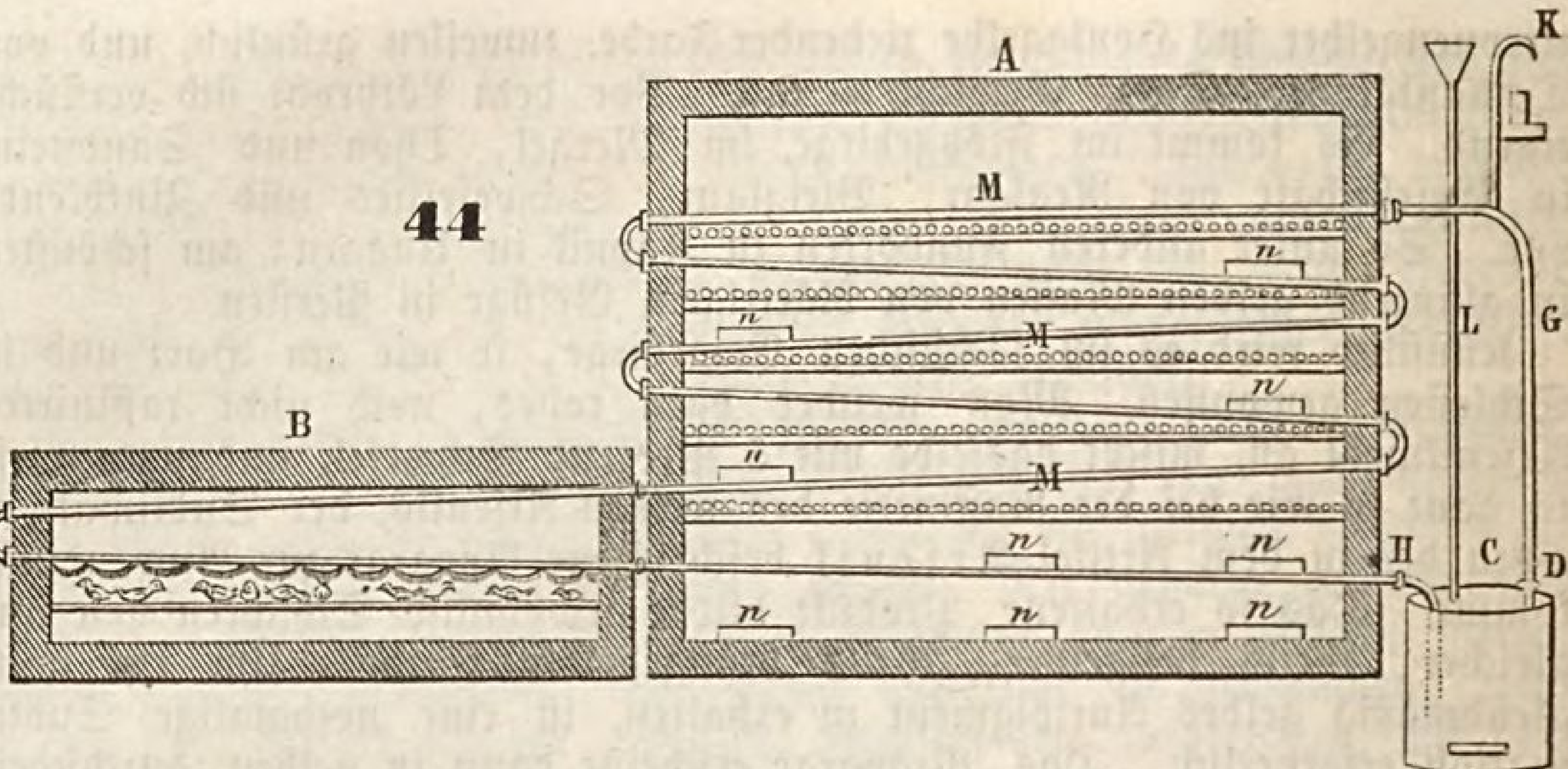
Ein reines, in Wasser unauflösliches, dem natürlichen gleiches Auripigment erhält man auf nassem Wege, wenn man Schwefelwasserstoff durch arsenikhaltige Auflösungen leitet. Es ist ein hochgelbes Pulver, wird aber fabrikmäßig nicht dargestellt. — Das Auripigment wird theils als Malerfarbe unter dem Namen Königsgelb angewandt, theils zur Indigküpe gebraucht, um die Desoxydation des Indigs zu befördern.

Ausbrüten, künstliches. Die Egypter haben wohl zuerst, und schon seit undenklichen Zeiten, die Hühnereier durch künstliche Wärme in eigenen Wärmapparaten, die sie Mammals nennen, ausgebrütet. Besonders die Einwohner des Dorfes Bermé betreiben dieses Geschäft, reisen in gewissen Jahreszeiten mit einem, durch eine Lampe zu erwärmenden tragbaren Ofen durch die entferntesten Gegenden von Egypten, und brüten entweder Hühnchen zum Verkaufe, oder auch die ihnen von den Einwohnern übergebenen Eier, gegen Bezahlung nach dem Dutzend, aus.

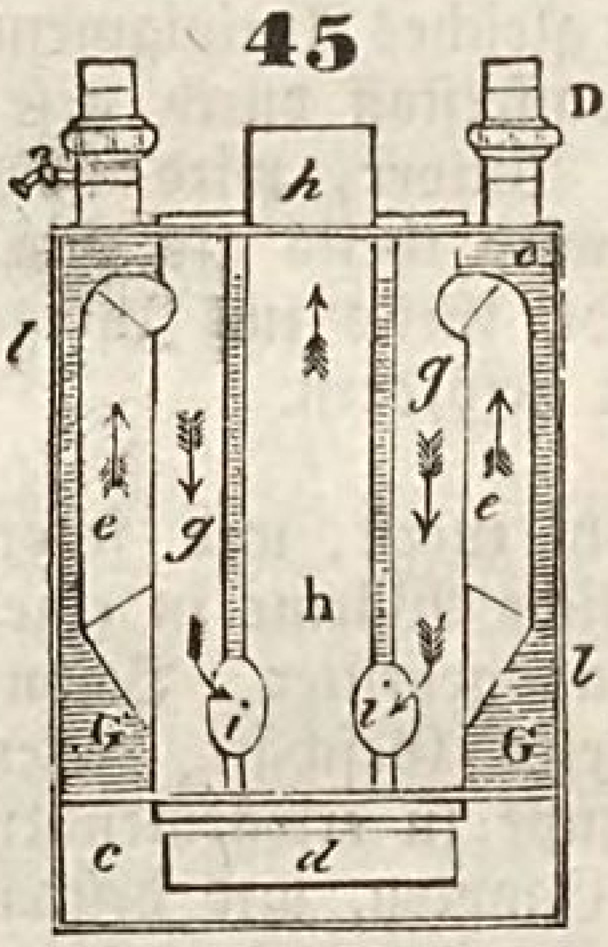
Nachdem schon vor 100 Jahren Reaumur interessante Beobachtungen hierüber bekannt gemacht hatte, die, wie es scheint, wenig Beachtung fanden, führte zuerst Bonnemain im Jahre 1780 in Paris eine Brütanstalt aus, und versorgte den Markt von Paris mit vortrefflichem Federvieh in Jahreszeiten wo sonst keine jungen Hühner zu haben waren.

Der Dr. Ure, welcher Gelegenheit gehabt, die Bonnemain'sche Brütanstalt genau kennen zu lernen, gibt von ihr, oder vielmehr von der dabei angewandten Heizvorrichtung die folgende Beschreibung, weil offenbar die Unterhaltung einer ganz gleichmäßigen, Tag und Nacht unveränderlichen Wärme als erste Bedingung, aber auch als Hauptschwierigkeit sich darstellt. Bei dem Bonnemain'schen Apparate geschiebt die Heizung mit heißem Wasser, welches durch Röhren circulirt und dessen Erhitzung in einem mit Holzkohlen geheizten Ofen geschieht. Wir werden aber am Schlusse des Artikels zeigen, daß eine andere Heizmethode den Vorzug verdient.

Fig. 44 zeigt einen Durchschnitt der Brütanstalt, welche aus drei Hauptheilen, dem Brütkasten A, einem Kasten zur Aufnahme der ausgebrüteten Hühnchen B, und dem Heizapparat C besteht. Der Brütkasten enthält eine Anzahl Börte, auf welche die Eier gelegt werden, und



zwischen welchen die warme Heizröhre in der, aus der Figur ersichtlichen Art hin und her läuft. nn sind flache mit Wasser gefüllte Schälchen, durch welche die warme Luft den erforderlichen Feuchtigkeitsgrad erlangt, damit die Eier sich möglichst in demselben Zustande feuchter Wärme befinden, wie unter dem Körper der Henne.



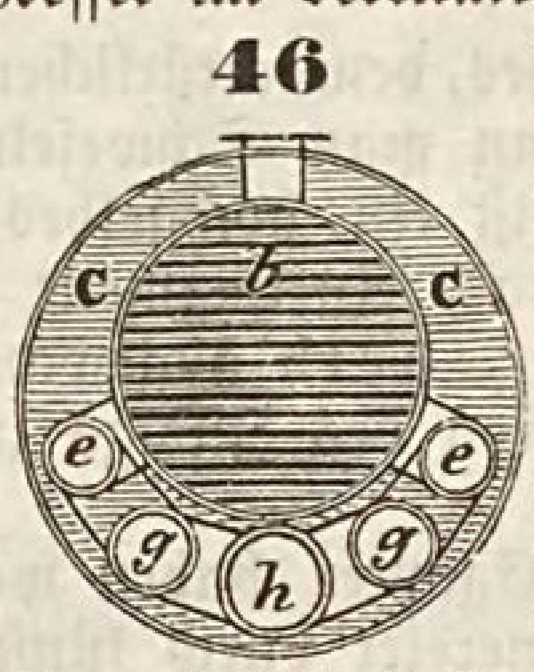


Fig. 45 stellt den Kessel im vertikalen, Fig. 46 im horizontalen Durchschnitt dar. Er besteht aus einem doppelten kupfernen oder gußeisernen Zylinder ll, der bei b mit einem Rost versehen ist, und bei d seinen Aschenfall hat. Das Wasser befindet sich in dem schraffirten Raume C C (Fig. 46). h, g, g, e, e, sind fünf vertikale Züge für die heiße Feuerluft, die zuerst von dem Feuer in die beiden äußern Züge ee gelangt, hier aufsteigt, dann durch die Züge gg wieder herabsteigt, und endlich durch die Röhren ii in den mittleren Zug h tritt, und so entweicht. Während dieses Auf- und Absteigens durch die Röhren setzt die heiße Luft fast vollständig alle Wärme an das Wasser ab, womit die Röhren umgeben sind. Um beim Heizen des noch kalten Apparates den Luftzug erst in Gang zu bringen, bringt man durch die Heizthür etwas Papier oder Hobelspäne auf den Rost, die eine lebhafte Flamme geben und so den Zug einleiten.

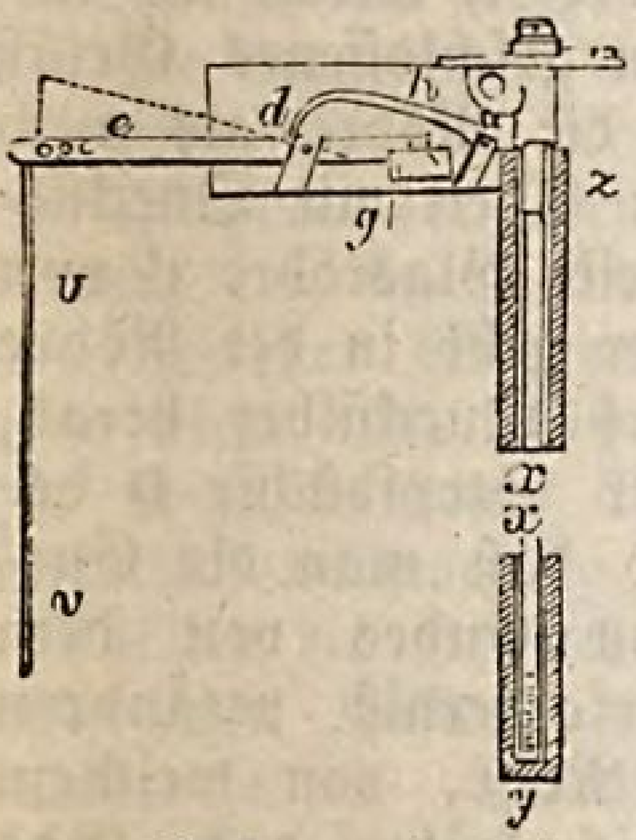
Um die Wärme des Apparates reguliren zu können, ist der Aschenfall, aus welchem die Luft in das Feuer gelangt, überall geschlossen, und nur ein Scheibenventil gestattet der Luft den Zutritt. Auf die Achse dieses Ventils wirkt eine Metallstange, die durch den Brütkasten hindurch reicht und durch ihre Verkürzung oder Verlängerung (je nachdem die Temperatur sinkt oder steigt) das Ventil öffnet oder schließt, und so den Luftzug zuläßt oder abschließt. D ist die obere Oeffnung des Kessels, durch welche das heißere und also leichtere Wasser aufsteigt, und in die Röhrenleitung gelangt, während das Wasser, nachdem es den Weg durch den Apparat hindurch zurückgelegt hat, abgekühlt und also spezifisch schwerer am untern Boden des Kessels wieder eintritt.

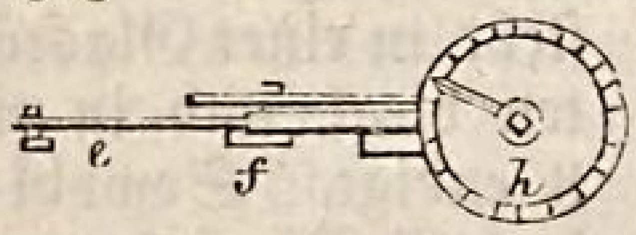
Die ganze Heizeinrichtung ist übrigens nur für Holzkohlenfeuerung berechnet, und würde für anderes Brennmaterial, besonders für Steinkohlen, wesentlicher Aenderung bedürfen, indem sich die engen Feuerzüge sehr bald mit Ruß verstopfen würden.

In Fig. 44 ist der Kessel bei C abgebildet. D ist ein Hahn, um nöthigen Falls die Schnelligkeit der Zirkulation des Wassers mäßigen zu können. G die Röhre, durch welche das heiße Wasser aufsteigt, und von welcher seitwärts die Heizröhre MMM ausgeht, die, wie aus der Figur zu ersehen ist, mehrmal vor- und rückwärts unter einer schwachen Neigung gegen den Horizont durch den Brütkasten hindurch, und endlich auch durch den Kasten B geht. Bei H endlich biegt sie sich abwärts und geht bis fast auf den Boden des Kessels herab, wo denn das abgekühlte Wasser wieder in ihn eintritt. L ist eine mit einem Trichter versehene Röhre, um den Apparat beständig mit Wasser gefüllt halten zu können, und K ist ein Rohr, aus welchem die Luft einen Ausweg findet, die sich aus dem Wasser bei seiner Erhitzung ausscheidet, sich in dem oberen Theile der Heizröhre ansammeln, und so die Zirkulation des Wassers hemmen würde.

Je schneller das Wasser sich in den Röhrenwindungen abkühlt, um so schneller zirkulirt es, weil der Unterschied in dem spezifischen Gewichte zwischen dem Wasser im oberen und unteren Theile des Apparates, der die einzige Ursache der Bewegung ist, dann auch um so größer seyn muß.

Zur genauen Regulirung der Temperatur ist die folgende Vorrichtung angebracht, welche in Fig. 47 im vertikalen Durchschnitt, in Fig. 48 dagegen in der Ansicht von oben dargestellt ist. — Sie gründet sich auf die ungleiche Ausdehnung von Blei und Eisen beim Erwärmen. (Blei dehnt sich beim Erhitzen von 0 bis 100° um 1/350, Eisen um 1/800 aus).


47


48

Eine Eisenstange xx ist an dem obern Ende mit einem Schrauben-Gewinde versehen, welches in einer Mutter in der Mitte einer Scheibe h (Fig. 48) läuft, und trägt hier einen Zeiger, so daß durch Drehung des Zeigers die Stange nöthigenfalls ein wenig gehoben oder gesenkt werden kann. Weßhalb, wird sich weiter unten ergeben. Das untere Ende der Stange ist in einer messingenen Fassung befestigt, an welche ein Bleirohr yz gelöthet ist. Es ist nun einleuchtend, daß bei zunehmender Wärme das obere Ende des Bleies in Folge der größeren Ausdehnsamkeit dieses Metalles sich hebt, bei abnehmender Temperatur sich senkt, und es sind diese Bewegungen, welche zur Regulirung des Luftzuges des Heizofens benutzt werden. Eine an das obere Ende der Bleiröhre gelöthete messingene Fassung nämlich wirkt auf den kurzen Arm a eines Hebels ahd, dessen Ende d wieder den Hebel ge in Bewegung setzt. — Hebt sich bei steigender Temperatur das obere Ende des Bleirohres auch nur um ein Geringes, so wird der Hebelarm e in sehr verstärktem Maße herabgedrückt und senkt eine an dem Drahte vv hängende Registerplatte herab, wodurch der Zufluß der Luft, mithin auch die Hitze, gemindert wird. Ein bei g befindliches Gegengewicht hebt, sowie die Temperatur sinkt, den Hebelarm e und mit ihm das Register wieder in die Höhe, und es kann die Temperatur weder höher noch niedriger kommen, als die Stellung des Apparates gestattet. Um nun aber diese Stellung ändern, den Apparat also beliebig für höhere oder niedere Temperaturen adjustiren zu können, dient die oben erwähnte Schraube an der eisernen Stange. Schraubt man nämlich, durch Drehung des Zeigers, die Stange, und mit ihr das obere Ende des Bleirohres herab, so schließt sich das Register erst bei höherer

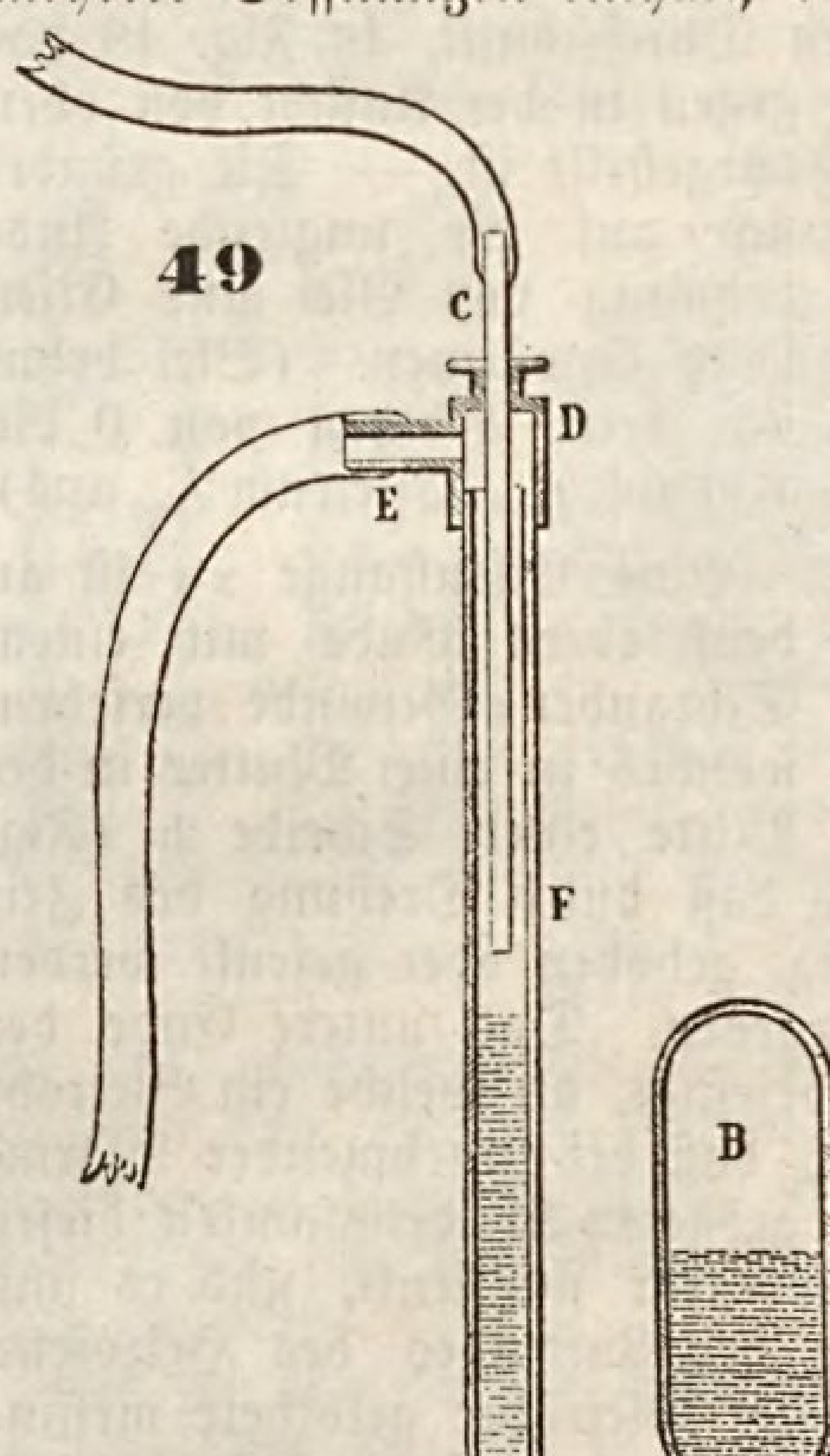
Temperatur, und umgekehrt. Vermittelst einer Eintheilung der Scheibe h läßt sich also der Zeiger der bezweckten Temperatur entsprechend stellen.

Wir fügen nun noch eine von Kemp erfundene Vorrichtung hinzu, mittelst welcher man mit größter Leichtigkeit und Sicherheit eine sehr gleichmäßige Temperatur beliebig lange Zeit unterhalten kann, und welche sich daher zum Heizen der Brütanstalten vortrefflich eignen würde, unter der Voraussetzung jedoch, daß sich ein Gaswerk in der Nähe befinde, von welchem man für mäßigen Preis das erforderliche Gas erhalten kann.

Der Hauptheil des Instrumentes ist eine Vorrichtung, welche den Zufluß des Gases zu einer Lampe dergestalt regulirt, daß bei steigender Temperatur des durch die Lampe erhitzten Raumes der Gaszufluß, mithin die Wärmequelle, sich vermindert und sich so ein stabiles Gleichgewicht zwischen der Temperatur und dem Gaszuflusse herstellt.

Der Ofen und die Röhrenleitung zur Heißwasserzirkulation können ganz dieselben bleiben, wie sie im Vorhergehenden beschrieben wurden, nur mit dem Unterschiede, daß statt der Kohlenfeuerung und des Rostes an der Stelle dieses letzteren sich eine Gasröhre befindet, welche je nach Erforderniß mehrere Oeffnungen enthält, die dann eben so viele Gasflammen geben.

49



Das Instrument selbst (Fig. 49) besteht in einer Glasröhre A, welche sich unten biegt und in ein geschlossenes Gefäß B endigt. Sowohl die Röhre als auch das Gefäß sind zum Theil mit Quecksilber gefüllt. Eine zweite Glasröhre C von kleinerem Durchmesser geht in der Röhre A bis nahe auf das Quecksilber herab, und läßt sich in der Stopfbüchse D beliebig verschieben, so daß man die Entfernung des unteren Endes von dem Quecksilber nach Erforderniß verändern kann. Ein drittes Rohr, von welchem eine biegsame Kautschukröhre das Gas zu dem Brenner oder Ofen leitet, ist bei E angebracht, während das Gas durch das Rohr C, ebenfalls durch einen biegsamen Kautschukschlauch, zuströmt. Das Instrument wird nun in den Brütkasten gehängt, und wirkt folgendermaßen. Sobald die Gasflammen eine Weile gebraunt haben, und der Raum, in welchem sich das Instrument befindet, sich zu erwärmen beginnt, erwärmt sich auch die Luft der Kugel B, dehnt sich aus, und treibt das Quecksilber herunter, wogegen dasselbe in der Röhre steigt. Bei höher steigender Temperatur nähert sich das Quecksilber mehr und mehr der engen Gasröhre, und erschwert den Durchgang des Gases, wodurch sich die Flammen verkleinern, und die Wärme nicht weiter steigt. Für den Fall, daß das Quecksilber zu rasch steigen und die Gasröhre ganz verschließen könnte, wodurch die Flammen ganz verlöschen würden, ist in der Gasröhre bei F ein sehr kleines Loch angebracht. Da nun dieses von dem Quecksilber nicht erreicht und geschlossen werden kann, so findet ein zur Unterhaltung des Brennens hinlänglicher geringer Gaszufluß statt.

Je nachdem nun das Gasrohr in der Stopfbüchse höher oder niedriger gestellt wird, kann die Temperatur mehr oder weniger steigen.

Daß übrigens die Gasflammen auch mit Umgehung der Heißwasserheizung auf andere Art zur Erwärmung eines Brütapparates würden angewandt werden können, ist nicht zu verkennen.

Hinsichtlich anderer Vorrichtungen zur Regulirung der Temperatur verweisen wir auf den Artikel Thermostat.

Will man mit dem Bonnemain'schen Brütapparate Eier ausbrüten, so macht man Feuer in dem Kessel an, heizt den Kasten auf etwa 43° C und bringt nun die Eier hinein, jedoch nur den zwanzigsten Theil von der ganzen Zahl, die ausgebrütet werden soll. Den zweiten Tag legt man eine gleiche Menge Eier hinein, und so fort, daß also in zwanzig Tagen die sämmtlichen Eier in den Kasten gebracht sind, worauf dann am 21. Tage die zuerst eingelegten Eier größtentheils auskommen, am 22. Tage die am 2. Tage eingelegten, u. s. f. Auf diese Art läßt sich am besten eine gewisse Ordnung und Regelmäßigkeit in der Fütterung der Hühnchen beobachten.

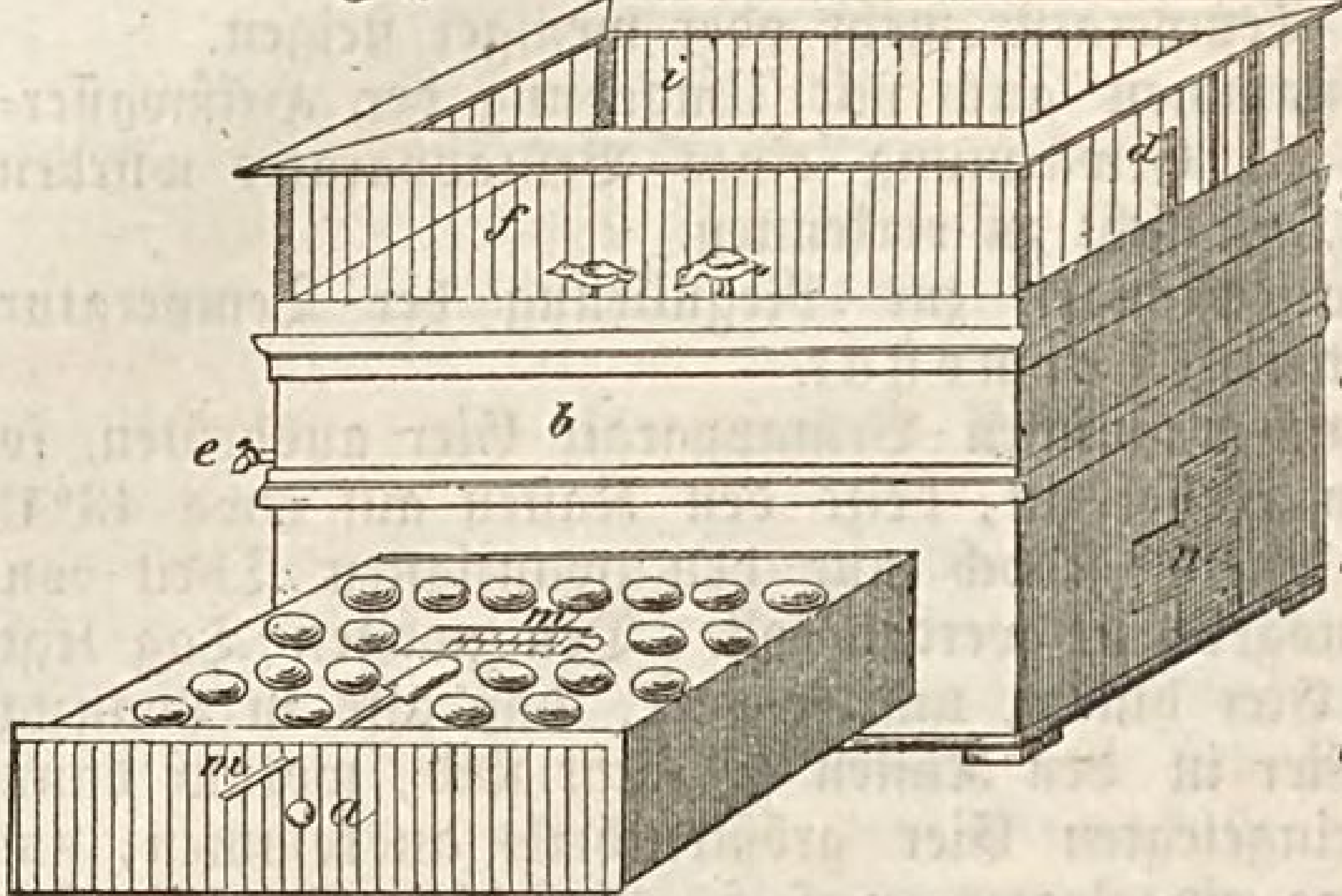
Während der ersten Tage der Brütezeit, sowohl bei natürlicher, als künstlicher Bebrütung, verdunstet durch die Schale der Eier eine kleine Menge Wasser, während eine entsprechende Menge Luft eindringt, die nachher für die Respiration des Thierchens nothwendig zu sein scheint; ist aber die umgebende Luft sehr trocken, so kann eine so starke Verdunstung eintreten, daß das Leben des Thieres gefährdet wird. Die Ausdünstung des Körpers der Henne läßt nun die Luft um die Eier nie so trocken werden, daß sie allzusehr austrocknen könnten; dennoch aber kommen bei sehr trockener Witterung manche Eier eben wegen zu starker Austrocknung nicht aus, selbst wenn man das Stroh, worauf sie liegen, anfeuchtet. Die Schälchen mit Wasser sind daher bei der künstlichen Ausbrütung wesentlich nothwendig.

Sobald die Hühnchen ausgebrütet sind, bringt man sie in den für sie bestimmten Kasten, an dessen Vorderseite ein schmaler Trog mit Hirse angebracht ist. Damit jedoch die Küchelchen von verschiedenem Alter nicht unter einander kommen, und man die Brut eines jeden Tages angemessen füttern kann, ist es zweckmäßig, mehrere Abtheilungen in diesem Kasten anzubringen.

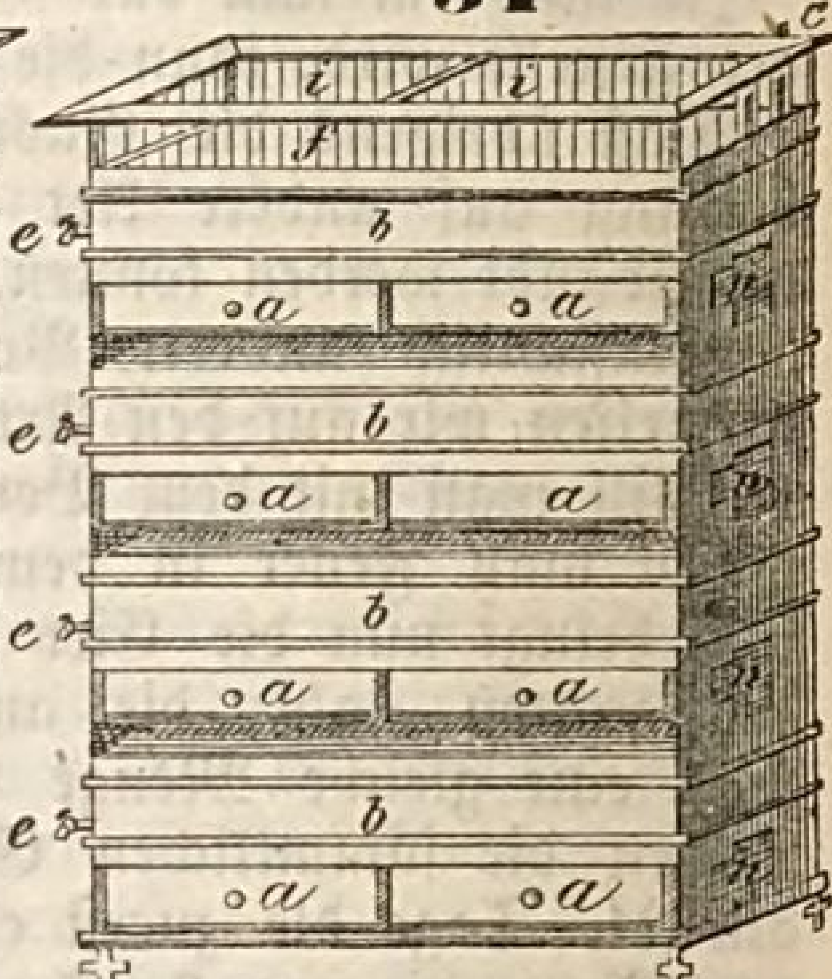
Wollte man auf natürlichem Wege täglich 100 Eier ausbrüten lassen, so müßten täglich 12 Hennen auf 150 Eier gesetzt werden, weil nur ungefähr $^2/_3$ der untergelegten Eier auskommen; und da das Brüten 21 Tage dauert, so müßten 252 Hennen zugleich sitzen. Wollte man nun aber auch zehnmal so viele, also 2520 Hennen halten, so würde man doch nicht mit Sicherheit auf eine tägliche Brut von 100 Stück rechnen können, weil selten unter einer Anzahl Hennen der zehnte Theil zum Brüten aufgelegt ist.

Wir lassen zum Schluß noch eine Beschreibung der Brütapparate von H. Vir zu Courbevoie folgen, bei welchen die Erwärmung durch eine Oellampe geschieht. Die Lampenwärme theilt sich bei diesen Apparaten zunächst einem mit Wasser gefüllten Kasten mit, unter welchem sich die auszubrütenden Eier in einer Schieblade befinden. Fig. 50 zeigt einen solchen Brütapparat mit nur einer Schieblade, Fig. 51 einen dergleichen mit acht Schiebladen. Gleiche Buchstaben bezeichnen in beiden Abbildungen gleiche Theile. a, a, a, die Schiebladen, in welche eine etwa 2 Zoll hohe Schicht Heu oder Federn eingelegt wird, so jedoch, daß dieselbe in der Mitte dünner ist als an der Vorder- und Hinterseite, damit die Eier, welche sich in der Mitte der Schieblade befinden, wo die Wärme begreiflicher Weise größer ist, von dem Wärmkasten weiter

50



51



52



entfernt bleiben. b die Wärmkasten von Zink- oder Kupferblech, welche durch die Röhren c gefüllt, und (in vorkommenden Fällen) durch die Hähne e entleert werden; d Luftröhren zum Entweichen der Luft beim Füllen der Kasten; n Oeffnungen in den Seitenwänden der Brütapparate, in welche einfache Oellampen gestellt werden. In jeder Schieblade befinden sich 2 Thermometer m, m, deren eines aus der Vorderwand hervorragt, und mittelst welcher die erforderliche Temperatur, 30 bis 32° R., beobachtet wird. Oben ist eine mit einer Glasplatte i bedeckte, unten mit Sand bestreute Plattform f zur Aufnahme der Küchelchen; ein Pult, Fig. 52, aus Draht nach Art eines Vogelbauers gearbeitet, wird auf diese Plattform gestellt, und dient dazu, die ausgekrochenen Küchelchen in der ersten Zeit zu beherbergen. Man bedeckt es mit Pelzwerk. Die in die Schiebladen eingelegten Eier müssen täglich wenigstens zwei Mal gewendet, und nach dem fünften Tag Abends bei Licht untersucht werden, damit man die hellbleibenden, bei welchen sich kein Anfang der Arbeit wahrnehmen läßt, entfernen könne. Um ferner die Eier stets in einer feuchten Atmosphäre zu erhalten, befeuchtet man täglich die Unterlage derselben mit etwas Wasser, oder legt ein Paar feuchte Schwämme in die Schiebladen. Nachdem am 21. Tage die Küchelchen ausgekrochen sind, läßt man sie noch 24 Stunden in der Schieblade, ohne ihnen Nahrung zu reichen, worauf sie dann in das Pult gesetzt werden, wo sie die erste Nahrung von etwas Hirse und zum Saufen ein kleines Gefäß mit Wasser erhalten. Ausführlichere Nachweisungen über die Behandlung dieses Apparates findet man in Dingler's polytechn. Journal, Bd. 101, S. 57.

Eine ähnliche, obwohl etwas abweichende Brütanstalt ist in den Surrey zoological Gardens zu London. Auch hier ist ein Warmwasserbehälter, der durch Lampen (Leuchtgas) erwärmt wird. Er bildet ein flaches, etwa 2 Zoll haltendes, dagegen hohes und breites Gefäß, welches sich unten bedeutend erweitert, und hier einen der ganzen Breite nach durchgehenden Kanal enthält, worin eine Reihe Gaslichter brennt. Zu beiden Seiten dieses Behälters befinden sich schmale Börte in Gestalt von Rinnen, in welche die Eier eingelegt werden. Das Ganze befindet sich in einem schmalen, mit Glasfenstern geschlossenen Schranke, der auf einem Tische steht.

Ausdehnung der Körper durch die Wärme. Alle Körper, so lange sie chemisch unverändert bleiben und auch ihren Aggregatzustand nicht verändern, werden durch die Wärme ausgedehnt; es können daher

Fälle, wie sie z. B. beim Gefrieren des Wassers, wobei eine Ausdehnung stattfindet, oder beim Brennen des Thons, wobei er eine bleibende Zusammenziehung erleidet, nicht als Ausnahmen betrachtet werden.

Die Ausdehnung findet nach allen Dimensionen Statt, obgleich einige Körper, die eine eigenthümliche innere Struktur besitzen, z. B. Krystalle, sich in der einen Dimension stärker ausdehnen können, als in einer anderen.

Die stärkste Ausdehnung finden wir bei den luftförmigen, eine geringere bei den tropfbarflüssigen, und die schwächste bei den starren Körpern. Die Kraft, womit diese Ausdehnung erfolgt, ist bei den starren und flüssigen Körpern außerordentlich groß, wie dieß aus vielen bekannten Erscheinungen hervorgeht; so ist das Zerspringen irdener und gläserner Gefäße von dicken Wänden, wenn sie an einer Seite schnell und stark erhitzt werden, eine Folge der ungleichen Ausdehnung; selbst dicke eiserne Platten können auf solche Art gesprengt werden.

In der folgenden Tabelle über die lineare Ausdehnung fester Körper haben wir, um die Zusammenstellung nicht über Gebühr auszudehnen, nur die aus den Resultaten verschiedener, oft sehr zahlreicher Beobachter abgeleiteten Mittelwerthe angegeben, indem wir hinsichtlich des Ausführlicheren auf die physikalischen Lehr- und Wörterbücher, z. B. Marbachs physikalisches Lexikon, verweisen.

Substanzen.	Linear-Ausdehnung zwischen 0° und 100° C	Ausdehnung in gewöhnlichen Brüchen.
Antimon	0.00108330	1/923
Blei	0.00290200	1/345
Bronze	0.00181667	1/550
Cement (römischer)	0.00143489	1/690
Schmiedeisen	0.00144600	1/692
Gußeisen	0.00110940	1/901
Glas (gewöhnliches)	0.00089185	1/1121
Glas (Flintglas)	0.00081166	1/1232
Gold	0.00140100	1/713
Granit	0.00086850	1/1151
Graphitwaare (0.75 Graphit, 0.25 Thon)	0.00029280	1/3415
Hartloth (1 Zink, 2 Kupfer)	0.00205833	1/486
Holz (Tannenholz)	0.00035200	1/2840
Kalkstein (weißer, kreideartiger)	0.00025100	1/4000
Kalkstein (fester)	0.00080890	1/1236
Klempnerloth	0.00250533	1/400
Kohle, (Eichenkohle)	0.00120000	1/833
Kupfer (gegossen)	0.00171000	1/585
Kupfer (gehämmert)	0.00171222	1/584
Marmor von Carrara	0.00070000	1/1430
Messing (gegossen)	0.00187500	1/533
Messing (gewalzt) nach Ellicot	0.00182300	1/549
Dasselbe nach Smeaton	0.00193332	1/517
Palladium	0.00100000	1/1000
Phosphor (von 0° bis 39½°)	0.00142455	1/702
Platin	0.00085655	1/1167
Silber	0.00197800	1/505
Spiegelmetall	0.00193333	1/517

Substanzen.	Linear-Ausdehnung zwischen 0° und 100° C.	Ausdehnung in gewöhnlichen Brüchen.
Stahl (gehärtet)	0.00122500	1/816
Stahl (ungehärtet)	0.00115000	1/869
Sandstein	0.00117430 ?	1/851
Mauerziegel	0.00055020	1/1817
Töpfergeschirr (braunes englisches) . .	0.00012000 ?	1/8333
Wismuth	0.00139167	1/715
Zink (gegossen)	0.00294167	1/340
Zink (gehämmert)	0.00310833	1/322
Zinn	0.00248330	1/403

Ausdehnung verschiedener Flüssigkeiten.

Flüssigkeit.	Zunahme des Volumens von 0 bis 100° C.	In gemeinen Brüchen ausgedrückt.
Alkohol	0.1112	1/9
Aether	0.07	1/14·3
Leinöl	0.0725	1/13·8
Olivenöl	0.08	1/12·5
Terpenthinöl	0.07	1/14·3
Salzsoole (gesättigt)	0.05	1/20
Salzsäure von 1.137 spez. Gew. . . .	0.06	1/16·66
Schwefelsäure von 1.85 spez. Gew. . .	0.06	1/16·66
Quecksilber	0.018018	1/55·55
Wasser	0.042016	1/23·8

Beim Wasser zeigt sich die merkwürdige Anomalie, daß es zuerst eine Zusammenziehung erleidet, und dann bei weiterem Steigen der Temperatur sich wieder ausdehnt. Nach den sehr genauen Bestimmungen von Hallström liegt die Temperatur der größten Dichtigkeit des Wassers, bei 3.9° C. und zwar nimmt beim Erwärmen von 0° bis 3.9° C. das Volumen von 1,000000 auf 0,999882 ab, die Dichtigkeit also von 1,000000 bis auf 1,000118 zu.

Ausdehnung luftförmiger Körper.

Luftart.	Ausdehnung zwischen 0 und 100° C.	Beobachter.
Atmosphärische Luft	0.3665	Magnus
Ammoniakgas	0.3713	Regnault
Chlorwasserstoffgas	0.3681	do.
Cyangas	0.3682	do.
Kohlenoxydgas	0.3666	do.
Kohlensaures Gas	0.371	do.
Schwefligsaures Gas	0.3856	Magnus
Sauerstoffgas	0.3685	do.
Stickoxydulgas	0.3676	do.
Wasserstoffgas	0.3656 / 0.3666	do.

Durch diese mit Benutzung aller Fortschritte der Wissenschaft und der Vervollkommnung physikalischer Apparate ausgeführten Untersuchungen der genannten Physiker ist somit gegen die früher von Gay-Lussac aufgestellte Behauptung erwiesen, daß die verschiedenen Gasarten sich ungleich ausdehnen, mag auch der Unterschied sehr unbedeutend sein.

Ausglühen heißt die Operation, durch welche man den Metallen die bei der Bearbeitung unter dem Hammer, zwischen Walzen oder beim Drahtziehen 2c. entstandene Härte, Steifheit und Sprödigkeit nimmt, dagegen ihre natürliche Weichheit, Biegsamkeit und Geschmeidigkeit wieder gibt. Das Verfahren besteht darin, daß man auf einem Herde oder in einem Ofen das Metall zum schwachen Rothglühen erhitzt, und dann entweder langsam abkühlen läßt (Eisen, Stahl), oder in Wasser ablöscht (Kupfer, Messing). Zweck des Ausglühens ist gewöhnlich, entweder das gehämmerte, gewalzte, zu Draht gezogene Metall für die fernere Bearbeitung, d. h. zu fortgesetztem Hämmern, Walzen, Ziehen, zum Feilen, Abdrehen 2c. geschickter zu machen, oder ihm einen sehr hohen Grad von Biegsamkeit für seine technische Anwendung zu ertheilen. In der letztern Absicht glüht man z. B. den Eisendraht aus, welcher zum Zusammenbinden der Metallbestandtheile beim Löthen, als Unterlage für die Stiele an künstlichen Blumen, in Drahtband und Drahtschnur u. dgl. gebraucht werden soll. Gegenstände von gehärtetem Stahl verlieren durch das Ausglühen alle ihre künstliche Härte, und können dann gefeilt, überhaupt so bearbeitet werden, als ob sie nie hart gewesen wären. Zuweilen beabsichtigt man durch das Ausglühen nur die Zerstörung alles an dem Metalle haftenden fettigen Schmutzes, wie bei solchen Artikeln, welche abgebeizt oder gelb gebrannt werden sollen; in manchen Fällen auch eine Oxydation der Oberfläche, so namentlich vor dem Sieden des Goldes und Silbers. (Vergl. Abbeizen.)

Auslaugen. Unter diesem Ausdrucke versteht man diejenige Operation, wodurch wir einen Körper mit einer Flüssigkeit behandeln, um die in derselben löslichen Theile auszuziehen. Das Wort ist ursprünglich von der Bereitung der Aschenlauge hergenommen, hat aber jetzt, wenigstens in der unorganischen Chemie, allgemeines Bürgerrecht in dem vorhin genannten Sinne gewonnen. Bei organischen Substanzen ist das analoge Wort extrahiren gebräuchlicher; so spricht man vom Auslaugen salpeterhaltiger Erde, des Alaunschiefers; dagegen vom Extrahiren des Thees oder des Kaffees.

Hauptbeförderungsmittel des Auslaugens sind: 1. Wärme, 2. Zertheilung des auszulaugenden Körpers, 3. Bewegung, 4. mehrmalige Erneuerung der Flüssigkeit. Der Zweck wird demnach am schnellsten und sichersten erreicht, wenn der in angemessenem Grade zerkleinte Körper sich in einem Filtrum oder einem Gefäß mit durchlöchertem Boden befindet, und die erwärmte oder selbst kochende Flüssigkeit successive und in dem Maße, wie sie abfließt, darauf gegossen wird. Die Zerkleinerung des Körpers darf keinen Falls zu weit getrieben werden, weil er sonst dem Durchzuge der Flüssigkeit nicht die nöthige Freiheit gestattet, wogegen bei zu geringer Zerkleinerung die aufzulösenden Stoffe zu langsam ausgezogen werden.

Der Zweck des Auslaugens besteht in den allermeisten Fällen darin, die ausgezogenen Substanzen zu benutzen, und nur in selteneren Fällen, z. B. beim Auslaugen des Holzes, liegt die entgegengesetzte Absicht vor. Wollte man durch oft wiederholtes Aufgießen erneuerter Portionen des Auflösungsmittels die Auslaugung bewerkstelligen, so würden offenbar die

letzten Laugen außerordentlich schwach ausfallen, und große Abdampfungskosten verursachen. Man entgeht diesem Uebelstande durch Anwendung der höchst sinnreichen Methode des kontinuirlichen Auslaugens, nach welcher einestheils die löslichen Stoffe auf's vollständigste ausgezogen, anderntheils aber doch höchst konzentrirte Laugen gewonnen werden. Sie besteht in Folgendem:

Es seien A, B, C, D vier mit doppeltem Boden und Hahn versehene Fässer, unter jedem ein zur Aufnahme der Lauge bestimmter Sumpf. Man fülle zu Anfang alle vier Fässer mit frischer Substanz, und beginne mit dem Auslaugen des Fasses A. Hat sich der Sumpf mit Lauge gefüllt, so gieße man dieselbe auf das Faß B, während mit dem Auslaugen von A fortgefahren wird. Die in dem zweiten Sumpfe sich sammelnde Lauge gebe man auf das Faß C, während man fortfährt, B mit der Lauge des ersten Sumpfes auszulaugen. Die in dem dritten Sumpfe sich sammelnde Lauge, welche bereits den Weg durch drei Fässer gemacht hat, ist schon ziemlich konzentrirt und wird jetzt auf das vierte Faß gegeben, von welchem sie noch stärker in den vierten Sumpf abfließt. Während dem ist die in A befindliche Substanz durch das oft wiederholte Aufgießen von Wasser vollständig erschöpft, und wird beseitigt. A wird nun mit frischer Substanz gefüllt und zuerst mit der Lauge des vierten Sumpfes übergossen. Die nun abfließende Lauge, welche, nachdem sie schon sehr konzentrirt war, nochmals mit frischer Substanz in Berührung kam, wird, als ganz gesättigt, dem Abdampfen übergeben; wogegen das frische Wasser jetzt zuerst auf B gegossen wird, dessen Inhalt durch die früheren Auslaugungen schon fast erschöpft war, und nun einer letzten Auslaugung mit frischem Wasser unterliegt. Ist solchergestalt auch die Substanz in B erschöpft, so beseitigt man sie, füllt das Faß mit frischer Substanz und übergießt sie mit der inzwischen in dem ersten Sumpfe gesammelten, ziemlich konzentrirten Lauge. In derselben Art wird beständig fortgefahren, so daß das frische Wasser allemal auf das am meisten erschöpfte Faß kommt, während die Lauge successive alle vier Fässer passirt und zuletzt über frische Füllung fließt. Je größer die Anzahl der Fässer, um desto vollständiger werden die Rückstände erschöpft, und um so gesättigter die Laugen erhalten.

Daß das hier erklärte Prinzip des kontinuirlichen Auslaugens bei der Ausführung mannichfaltiger Modifikationen fähig ist, bedarf wohl kaum der Erwähnung, und wir verweisen in dieser Hinsicht auf den Artikel Soda, woselbst eine zum Auslaugen der rohen Soda dienende, auf derselben Idee beruhende Vorrichtung beschrieben ist.

Beim Auslaugen solcher Substanzen, welche der feinen Zertheilung wegen die Flüssigkeit sehr langsam durch sich hindurch lassen, kann man mit Vortheil den Luftdruck zu Hülfe nehmen, indem man den Raum unter dem Doppelboden luftleer macht, wozu man sich entweder der Luftpumpe oder des Wasserdampfes bedient. Ein sehr bekanntes Beispiel der letzten Art liefern jene Kaffeemaschinen, in welchen der gemahlene Kaffee auf den durchlöcherten Boden eines Behälters geschüttet wird, von welchem eine Röhre bis nahe auf den Boden eines darunter befindlichen, überall geschlossenen Kessels herabreicht. Wird nun vermittelst einer Spirituslampe das in dem Kessel befindliche Wasser zum Kochen erhitzt, so füllt sich der Raum des Kessels mit Wasserdampf, durch dessen Druck das kochende Wasser durch die erwähnte Röhre zu dem Kaffee gelangt und ihn extrahirt. Nimmt man, nachdem das Kochen eine Weile fortgedauert hat, die Lampe hinweg, so erkaltet der Kessel, die darin befindlichen Dämpfe verdichten sich, und es entsteht ein mehr oder weniger vollkommen luftleerer Raum, worauf der Druck der Atmosphäre das

in dem oberen Behälter befindliche Wasser durch die Kaffeeschicht mit Gewalt und schnell in den Kessel herabtreibt.

Aehnliche Vorrichtungen können zum Extrahiren gepulverter Pflanzentheile bei Anfertigung pharmaceutischer Präparate in Anwendung gebracht werden; häufiger jedoch bedient man sich der Real'schen Presse. M. s. Extrakte.

Auslaugen des Holzes. Bei allen so vortrefflichen Eigenschaften des Holzes, wodurch es, ganz abgesehen von seiner allgemeinen Verbreitung und Wohlfeilheit, sich zu unzähligen Anwendungen besser als irgend ein anderer bekannter Stoff eignet, besitzt es doch eine, welche seiner Benutzung in vielen Fällen hindernd in den Weg tritt: die Eigenschaft, sich zu werfen, oder gar zu reißen; Folgen eines ungleichmäßigen Austrocknens in trockener Luft oder Anquellens in feuchter Luft.

Gehöriges Austrocknen des Holzes vor der Verarbeitung verhindert zwar das fernere Eintrocknen und die damit verbundene Formänderung, aber keineswegs das durch späteres Feuchtwerden entstehende Quellen und damit leicht verbundene Werfen. Diese Anziehung von Feuchtigkeit aus feuchter Luft ist jedoch der reinen Holzsubstanz, der Pflanzenfaser, viel weniger zuzuschreiben, als vielmehr dem in ihr enthaltenen eingetrockneten Safte, welcher zum großen Theile aus im Wasser löslichen Stoffen besteht. Da diese Stoffe auch beim stärksten Austrocknen im Holze verbleiben, so kann sich ihre nachtheilige Wirkung bei jeder sich darbietenden Gelegenheit wieder geltend machen.

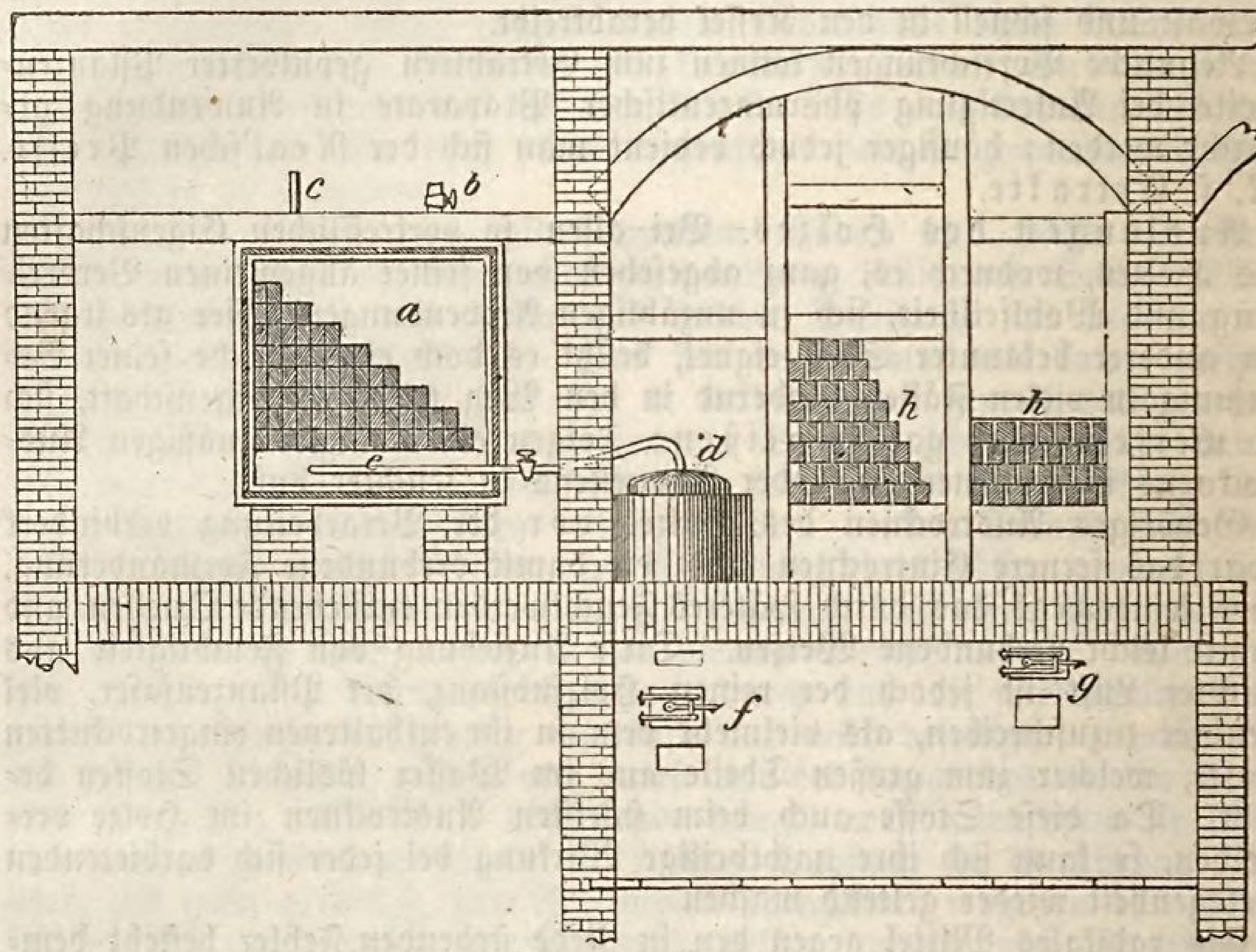
Ein radikales Mittel gegen den in Rede stehenden Fehler besteht demnach in der Entfernung jener löslichen Saftbestandtheile, und man erreicht diese durch Auslaugen mit heißem Wasser, oder besser mit Wasserdämpfen; eine schon seit mehr denn hundert Jahren bekannte, aber auch jetzt noch lange nicht in dem Maße, wie sie es verdiente, übliche Prozedur.

Das Verfahren kommt darauf hinaus, das zu laugende Holz in große, aus Bohlen gebildete Kasten zu legen, und hierin so lange zu dämpfen, bis sich durch das Abfließen von fast klarem Wasser der Punkt zu erkennen gibt, wo die löslichen Substanzen entfernt sind.

Wir geben hier eine Beschreibung eines derartigen Apparates, wie er in der berühmten Fortepiano-Fabrik von Streicher in Wien mit bestem Erfolge ausgeführt wurde.

Fig. 53 zeigt einen Durchschnitt desjenigen Theiles des Gebäudes, welches die zwei Abtheilungen zum Dämpfen des Holzes und zum Trocknen enthält. Der Dampfkasten a (hier im geöffneten Zustande von vorn gesehen) hat 12 Fuß 6 Zoll Länge, 6 Fuß Höhe und 5 Fuß Breite; er ist aus dreizölligen Bohlen von Föhrenholz zusammengesetzt und wird durch mehrere eiserne Bänder, die durch Schrauben angezogen werden können, zusammengehalten. Die Böden werden durch Schrauben, welche von den Seitenwänden vorstehen, mittelst Flügelmuttern fest angedrückt, und um den erforderlichen dampfdichten Verschluß zu bilden, wird ringsherum ein von Werg zusammengedrehter Strang zwischengelegt. Die obere Wand des Kastens enthält einen Hahn b und ein in den Kasten hinabreichendes Thermometer c. Unten, nahe über dem Boden, geht die mit einem Hahn versehene Dampfröhre e in den Kasten. Das auszulaugende Holz wird, ohne Zwischenräume, dicht an einander eingesetzt, um den Raum möglichst zu benutzen. In dem zweiten Raume befindet sich zuvörderst der in einem Ofen eingemauerte Dampfkessel d, dessen Feuerung sich bei f im Kellerraum befindet. Das zu trocknende Holz h h wird auf Gerüste, jedoch der leichteren Trocknung wegen mit Zwischenräumen, eingelegt. Zur Heizung der Trockenkammer dient ein in der Zeichnung nicht ersichtlicher, schlangenförmig über dem Fußboden hin-

53



laufender gemauerter, mit dicken Eisenplatten bedeckter Kanal, dessen Feuerung sich bei g befindet. Um den Abzug der feuchten Luft zu erleichtern, ist in der Hinterwand nahe unter der gewölbten Decke eine Oeffnung angebracht, die durch einen Kanal mit dem Schornsteine kommunizirt, während unten in der zum Trockenraume führenden Thür eine Oeffnung ist, durch welche die äußere Luft eintritt und so einen fortdauernden Zug unterhält.

Nach der von Streicher gegebenen Anleitung soll das Dämpfen etwa 80 Stunden, also über 3 Tage lang, ununterbrochen fortgesetzt werden, wo dann das ablaufende Wasser ganz klar, obwohl noch nicht vollkommen farblos ist. Nach beendigter Dämpfung wird das Holz entweder zuerst an freier Luft, und erst später im Trockenhause, oder auch sogleich in letzterem getrocknet. Es wirft sich dabei gar nicht mehr, bekommt auch selten Risse, die man überdem sicher vermeiden kann, wenn man die Hirnenden des Holzes mit Papier überleimt. In den ersten Tagen darf die Wärme der Trockenkammer nicht über 20—30° R. steigen; später kann sie ohne Nachtheil auf 50—60° getrieben werden.

Die Farbe aller Holzarten wird durch das Auslaugen bedeutend dunkler; so wird Tannenholz bräunlich gelb, Birnbaumholz röthlich braun, Ahorn röthlich, Mahagoni tief roth, Buchenholz braun, Eichenholz rußbraun, Nußbaumholz schwarzbraun, Kirschbaumholz dunkelroth; und zwar erstreckt sich diese Verdunkelung selbst bei dicken Pfosten durch die ganze Dicke hindurch. Wahrscheinlich ist diese dunklere Farbe mehr der hohen, beim Trocknen angewandten Temperatur, als der Einwirkung des Wasserdampfes zuzuschreiben.

Nach den von Streicher mit verschiedenen Holzarten angestellten Versuchen erlangten alle durch die Auslaugung und Trocknung eine vermehrte Festigkeit, so daß die zum Abbrechen solcher Hölzer erforderliche Kraft zu der bei nicht ausgelaugten sich durchschnittlich wie 122 : 100 verhielt. Versuche über die Gewichts- und Raumzunahme bei 23stündigem Liegen in Wasser ergaben ebenfalls sehr günstige Resultate, in-

dem z. B. ausgelaugtes Fichtenholz an Gewicht gegen 9 Prozent, ungelaugtes dagegen 13½ Prozent gewann.

Andere Methoden, dem Holze den Saft zu entziehen, z. B. durch Kochen mit Wasser, durch Pressen, durch gewaltsames Hindurchtreiben von Luft, übergehen wir, da sie theils weniger wirksam, theils weitläufiger und daher kostspieliger sind.

Hinsichtlich anderer Behandlungsarten des Holzes, um es gegen Fäulniß zu schützen, sehe man den Artikel Holz (Konserviren des Holzes).

Automat. In dem etymologischen Sinne bedeutet das Wort („selbstthätig") jede mechanische Konstruktion, welche, vermöge einer in ihrem Innern verborgenen Kraft und ohne äußerlichen Antrieb, während einer gewissen Zeit Bewegungen hervorbringt, die mehr oder weniger den Resultaten menschlicher oder thierischer Körperthätigkeit ähnlich sind. In dieser Hinsicht sind alle Arten von Uhren, Planetarien, Bratenwendern, und eine große Menge von industriellen Maschinen, die z. B. in der Baumwoll-, Woll- und Flachsspinnerei ꝛc. Anwendung finden, Automate. Der gewöhnliche Sprachgebrauch versteht jedoch unter Automaten diejenigen mechanischen Kunstwerke, in welchen die zweckmäßig angebrachte innerliche Kraft die freiwillige Bewegung lebender Wesen nachahmt. Menschliche Figuren pflegt man öfters insbesondere Androiden zu nennen.

Die Automate haben in früheren Perioden oft das Erstaunen und die Bewunderung ganzer Zeitalter im höchsten Grade erweckt; bei dem jetzigen vervollkommneten Zustande der konstruirenden Mechanik sind aber dergleichen Werkzeuge fast zu dem niederen Range eines Spielzeuges herabgesunken, indem ihre Herstellung im Allgemeinen gar keine Schwierigkeiten mehr darbietet, und in dem Fache des technischen Maschinenbaues, welches dem Scharfsinne weit nützlichere und würdigere Aufgaben stellt, eine Menge viel kunstvollerer und bewundernswertherer Leistungen zu Stande kommen.

Automatisch. Dieser Ausdruck kann zur Bezeichnung solcher technischen Betriebe dienen, die durch eine selbstthätige Maschinerie ausgeführt werden. Das Wort „Manufaktur" bedeutet ursprünglich einen Industriezweig, der durch Handarbeit betrieben wird, allein der Sprachgebrauch versteht jetzt jedes in einer gewissen Ausdehnung betriebene Etablissement, worin Kunstprodukte, sei es durch Handarbeit, sei es durch Maschinen, erzeugt werden, darunter; ja, gerade in möglichst ausgedehnter Benutzung von Maschinen suchen unsere jetzigen Manufakturen ihr Heil, so daß nach dem jetzigen Begriff des Wortes die vollkommenste Manufaktur diejenige sein würde, in welcher überall gar keine Menschenhände nöthig wären.

Ganz besonders in den jetzigen Maschinerien zur Verarbeitung von Baumwolle und Flachs kommen solche automatische Operationen sehr ausgezeichnet vor, denn hier werden durch Elementarkraft Millionen zusammengesetzter Organe belebt, und hölzerne, eiserne und messingene Theile gleichsam in denkende Arbeiter umgewandelt. Daher wurde diejenige Art Baumwollspinnmaschine, welche unter dem Namen Selfaktor jetzt bekannt ist und den sonst zum Einfahren des Spindelwagens erforderlichen Arbeiter entbehrlich macht, nicht unpassend von den Engländern ein „eiserner Mensch" (iron man) genannt. Aber auch in vielen anderen Fabrikationszweigen sind wahrhaft automatische Maschinen, welche alle einzelnen Bewegungen, Veränderungen in der Stellung ihrer Theile ꝛc. ohne Zuthun von Menschenhand verrichten, sobald sie

nur von der an einem einzigen Punkte wirkenden Triebkraft in Gang gesetzt werden, eine ganz gewöhnliche Erscheinung. Es gehören dahin die selbstthätigen Webestühle (Kraftstühle), deren Mechanismus das Auf- und Niederziehen der Kettenfäden, das Durchschießen des Eintragfadens, das Anschlagen des Letzteren, das Aufrollen des entstehenden Gewebes und dagegen das Abrollen der zu verarbeitenden Kette vollbringt; die Maschinen zur Verfertigung der Drahtstifte, Stecknadeln, Kratzenhäkchen, Kleiderhaken u. s. w., die den Draht an sich ziehen, ihn zu gehöriger Länge abschneiden, dann das abgeschnittene Stück nach Erforderniß entweder biegen oder mit einer Spitze und mit einem Kopfe versehen; die Münzmaschinen, welche von den zu Geldstücken bestimmten Platten eine nach der anderen herbeiholen, prägen, geprägt wieder fortwerfen und dabei sich selbst in Stillstand setzen, wenn irgend eine dem Mechanismus Schaden drohende Unregelmäßigkeit vorfällt; die Metallhobelmaschinen, welche den das Arbeitsstück tragenden Tisch unter dem Meißel vor und rückwärts schieben, dabei den Rückgang mit größerer Geschwindigkeit bewerkstelligen, als das Vorwärtsgehen, und den Meißel nach jedem gemachten Schnitte so auf eine neue Stelle rücken, wie es zur Bewirkung des folgenden Schnittes nöthig ist; die verbesserten Holländer der Papierfabriken, deren Walze sich bei ununterbrochener schneller Umdrehung von selbst allmälig tiefer herabsenkt, damit sie stets die dem fortschreitenden Zermahlen des Papierzeugs entsprechende Stellung einnehme rc.

Avanturin. Mit diesem Namen wird eine Abänderung des gemeinen Quarzes bezeichnet, welche durch und durch mit kleinen zarten Sprüngen durchsetzt ist, die dem Steine einen eigenthümlichen farbigen Schiller ertheilen. Er kommt in Spanien vor und wird zu den Halbedelsteinen gerechnet.

Von diesem wohl zu unterscheiden ist das Avanturinglas, ein Kunstprodukt, das mit dem natürlichen Avanturin wenig Aehnlichkeit hat, und mit ihm nicht leicht verwechselt werden kann. Dieses Glas ist halbdurchsichtig, von hellbrauner Farbe und enthält unzählige metallisch glänzende Pünktchen von goldgelber Farbe, die dem Ganzen ein sehr hübsches Ansehen verleihen.

Die Anfertigung des Avanturinglases bildet noch jetzt ein Fabrikgeheimniß der venetianischen Glasfabriken, unter welchen die von Bigaglia in Murano und Venedig durch ihr Avanturinglas berühmt sind.

Man war sehr lange über die Natur dieses Glases, besonders der kleinen metallglänzenden Pünktchen in Ungewißheit, bis durch eine Untersuchung von Wöhler dargethan wurde, daß diese Pünktchen in oktaedrischen Krystallen von metallischem Kupfer bestehen. Die Glasmasse selbst enthält:

	nach Wöhler:	nach Peligot:
Kieselerde	65.2	67.7
Kalk	8.0	8.9
Eisenoxyd	6.5	3.5
Zinnoxyd	Spuren	2.3
Metallisches Kupfer	2.4 *)	3.9
Bleioxyd	—	1.1
Kali	2.1	5.5
Natron	8.2	7.1
Bittererde	4.5	—
Phosphorsäure	1.5	—
	98.4.	100.0.

*) Es waren 3.0 Kupferoxyd bei der Analyse erhalten worden, von dem wahrscheinlich ein Theil metallisch, ein anderer als Oxydul sich in dem Glase befindet.

Angestellte Versuche, das Avanturinglas nachzubilden, haben bis jetzt nur unvollkommene Resultate geliefert. Fremy und Clemandot haben sich damit beschäftigt und führen an, daß, wenn ein Gemenge von 300 Theilen gestoßenem Glase, 40 Theilen Kupferoxydul und 80 Theilen Eisenhammerschlag zwölf Stunden lang geschmolzen, und dann sehr langsam abgekühlt werde, eine glasige Masse entstehe, welche eine Menge Krystalle von metallischem Kupfer enthalte; doch steht das so erhaltene Produkt hinter dem venetianischen noch weit zurück, indem es viel zu wenig durchsichtig ist, auch die Kupferpünktchen zu klein sind. Diese Zusammensetzung eines solchen Glases weicht auch offenbar von der des venetianischen sehr bedeutend ab.

Die Anfertigung kann bei Kenntniß des Geheimnisses keine große Schwierigkeit machen, was wir wenigstens aus dem Umstand schließen, daß eine venetianische Fabrik die Londoner Ausstellung mit einem großen, mehrere Centner schweren Blocke des schönsten Avanturinglases beschickt hatte.

Avignonbeeren. S. Gelbbeeren.

Axt. Ein Hauptinstrument zum Spalten des Holzes und zur Bearbeitung desselben aus dem Groben. Es ist dieß ein flach keilförmiger eiserner Körper mit einer verstählten Schneide und einem parallel zu dieser durch das hintere Ende des Körpers gehenden Loche, in welches ein starker hölzerner Stiel eingesteckt wird. Das Beil ist ein ähnliches, aber kleineres, mit kürzerem Stiele versehenes Werkzeug; der Terel ebenfalls; letzterer jedoch von der eigentlichen Axt dadurch unterschieden, daß die Schneide rechtwinklig gegen die Richtung des Stieles ist. Die Schneide der Axt ist von beiden Seiten her zugeschärft, folglich aus der Mitte ihrer Dicke genommen; die Zuschärfung des Beiles dagegen ist mit sehr wenigen Ausnahmen einseitig, d. h. seine Schneidkante liegt in einer der Seitenflächen des Körpers.

B.

Bablah. Eine als Ersatzmittel der Galläpfel im Handel vorkommende, gerbsäurehaltige Schotenfrucht, von welcher zwei Sorten zu unterscheiden sind. Die eine, Acacia cinerea, kommt aus Ostindien und besteht in breitgedrückten, runden oder unregelmäßig ovalen, etwa ³/₄ Zoll großen Schoten, die äußerlich mit einem grauen Pulver bestäubt sind. Die in der ziemlich harten Schale liegenden Samenkerne haben Aehnlichkeit mit denen des Johannisbrodes, nur daß sie dicker und dunkler sind, und an beiden flachen Seiten eine gelbe Einfassung haben. Die Schale zeigt beim Zerkauen einen zusammenziehenden Geschmack.

Die zweite Sorte, auch Neb-Neb genannt, kommt von der vorzugsweise am Senegal und auf der in der Mündung desselben liegenden Insel St. Louis wachsenden Acacia vera. Diese Sorte ist von hellerer, mehr gelblicher Farbe und ohne staubartigen Anflug.

Nach neueren Analysen enthält die Bablah Gerbsäure und Galläpfelsäure, von der ersteren jedoch weniger als die Galläpfel.

Sie wird in der Baumwollfärberei und Kattundruckerei gebraucht, theils für sich allein zur Erzeugung einer Nankinfarbe, theils mit Thon- und Eisenbeize zu verschiedenen braunen Farbtönen.

Bäder. Der Gebrauch warmer Bäder hat in der neueren Zeit stark zugenommen, und Badeanstalten sind gegenwärtig in Häusern von irgend

erheblicher Größe, in Klub-, Gast- und Krankenhäusern sehr allgemein anzutreffen. Die Einrichtungen selbst aber, insbesondere die zur Herbeischaffung des nöthigen warmen und kalten Wassers dienenden Apparate scheinen im Allgemeinen nicht in demselben Grade vervollkommnet zu sein.

Die Hauptpunkte, auf welche es bei warmen Bädern ankommt, sind die folgenden:

1) Das Material, aus welchem sie konstruirt sind,
2) die Lage der Bäder,
3) die Herbeischaffung des kalten Wassers,
4) die des heißen Wassers.

1. Das Material. Das schönste unter allen besteht wohl in polirten Marmorplatten, die mit gutem wasserdichtem Zement in einen hölzernen Kasten eingesetzt und genau mit ihren Rändern an einander gepaßt werden. Ein solches Bad, gut ausgeführt, ist eben so dauerhaft, als angenehm und geschmackvoll; nur sind die Kosten sehr bedeutend, und in höheren Stockwerken eines Hauses kann auch das Gewicht einer solchen Badewanne bedenklich erscheinen. Weißer und gelber Marmor hat außerdem das Ueble, daß er durch häufigen Gebrauch sich dunkler färbt und nicht wohl in seiner ursprünglichen Farbe wieder hergestellt werden kann. Sandstein ist wohlfeiler als Marmor, saugt aber Schmutztheile ein und kann nicht so gut gereinigt werden, daher man zuweilen weißglasirte Fliesen anwendet, die jedoch nicht immer völlig wasserdicht bleiben, so daß dem Marmor doch der Vorzug gebührt. Wo Marmor nicht genommen werden kann, sind Kupfer, Zink und Weißblech die gebräuchlichsten Materialien. Kupfer ist zwar kostbarer, aber weit dauerhafter, als Zink und Weißblech, welches letztere außerdem, zumal wenn die Löthungen nicht sehr sorgfältig ausgeführt sind, leicht dem Lecken unterliegt. Metallene Badewannen überhaupt werden äußerlich und innerlich mit Oelfarbe angestrichen, wodurch man ihnen ein recht hübsches Ansehen geben kann.

Auch hölzerne Wannen, theils viereckig, theils oval, werden angewandt und sind wohlfeil und bequem, aber weder hübsch noch besonders reinlich. Holz nimmt leicht einen moderigen Geruch an, trocknet gern ein und ist daher so schwer wasserdicht zu halten, daß man solche Wannen nur im Nothfalle brauchen sollte.

2. Die Lage des Bades anlangend, d. h. den Platz im Hause, wo man das Badezimmer anbringt, so hängt in dieser Beziehung der Regel nach Alles von Oertlichkeiten ab, besonders in Gasthäusern, wo oft mehrere Badezimmer nöthig sind, und wo dafür gesorgt werden muß, daß sich neben einem jeden ein warmes Ankleidezimmer befindet. Ob man sie in einem oberen oder unteren Stockwerke anlegt, richtet sich nach der Bequemlichkeit; nur im Souterrain sollte man sie nie anbringen, was nichts destoweniger ziemlich häufig der Fall ist. Die Luft ist hier gewöhnlich feucht und kalt, wodurch der Gebrauch eines solchen Bades unangenehm und selbst ungesund werden kann.

In Krankenhäusern sollten wenigstens zwei oder drei Bäder an jeder Seite des Hauses, die Hälfte für die männlichen, die Hälfte für die weiblichen Kranken sein, und heißes Wasser zum augenblicklichen Gebrauch beständig in Vorrath gehalten werden. Die Badezimmer müssen hell und verhältnißmäßig groß, luftig und mit allen Hülfsmitteln versehen sein, um das Ein- und Ausbringen der Kranken aus dem Bade zu erleichtern. Die Badewannen selbst müssen eine beträchtliche Größe haben.

In Privathäusern eignen sich zu warmen Bädern am besten die Ankleidezimmer neben den Haupt-Schlafzimmern, oder wo dieß nicht einzurichten ist, muß das Badezimmer nebst dem dazu gehörigen Ankleide-

zimmer sich mindestens mit dem Schlafzimmer in Einem Stockwerke befinden. Bei allen neuen Häusern sollte billigerweise hierauf Rücksicht genommen und dafür gesorgt werden, daß sich das Badezimmer gut erwärmen und lüften läßt. Ein solches Zimmer so viel wie möglich warm und luftig zu halten, ist schon aus dem Grunde wichtig, damit nicht die Wände und Möbel zu feucht werden.

Man legte früher die Badezimmer nicht gern in oberen Stockwerken an, der Schwierigkeit wegen, das Wasser hinauf zu schaffen; seitdem man jedoch auch aus andern Gründen angefangen hat, in vielen Häusern Wasserbehälter auf dem Boden anzubringen, fällt diese Schwierigkeit weg; nur dürfen die Behälter nicht dem Frost ausgesetzt sein, eine eben so wichtige, wie leicht zu erfüllende Bedingung, auf die freilich von Seiten der Baumeister, welche solche Bedingungen als unwichtige Nebensachen zu behandeln pflegen, nicht immer geachtet wird.

3. Die Beschaffung des nöthigen kalten Wassers ist natürlich für Bäder ein höchst wichtiger Umstand. Daß nur ein weiches, klares, sowohl von chemisch aufgelösten, als von mechanisch aufgeschwemmten Substanzen möglichst freies Wasser sich zu Bädern eignet, ist bekannt. Gewöhnliches Brunnenwasser ist in der Regel zu hart; wo man dagegen einen artesischen Brunnen zur Disposition hat, oder auch die Kosten daran wenden darf, einen solchen zum Behuf der Bäder zu bohren, findet die Anlage einer Badeanstalt eine wesentliche Erleichterung. Die einzige Mühe ist wohl die, das Wasser in das Reservoir auf dem Hause zu pumpen. In größeren Anstalten legt man dazu am bequemsten einen Pferdegöpel an; in Wohnhäusern, in denen der Wasserbedarf geringer ist, kann man für eine Kleinigkeit einen Arbeiter bestellen, der täglich das benöthigte Wasser aufpumpt.

4. Herstellung des heißen Wassers. In öffentlichen Badehäusern, wo fortwährend Bäder in Menge gemacht werden müssen, hat man einen großen Kessel, der etwas höher angebracht ist, als die Bäder, und aus welchem das Wasser durch Röhren abgelassen wird. Dieser Kessel muß möglichst groß sein und aus Kupfer- oder Eisenblech bestehen. Nur für Seewasser ist Eisen nicht zu empfehlen.

Die Röhren zum Zuleiten des heißen und kalten Wassers müssen nicht zu eng sein, damit die Füllung der Bäder nicht zu lange aufhält. Ein innerer Durchmesser der Röhren von 1 ½ Zoll ist im Allgemeinen hinreichend.

Daß das Mengenverhältniß von heißem und kaltem Wasser nach dem Thermometer regulirt wird, bedarf nicht der Erwähnung; es ist hierbei bequem, wenn eine ziemlich weite Röhre in der Höhe des gewöhnlichen Wasserspiegels aus der Wanne ausläuft, durch welche, wenn bei der Mischung von kaltem und heißem Wasser die Wanne zu voll werden sollte, das überflüssige Wasser abläuft.

Die zweckmäßige Anbringung eines hinreichend großen Wasserkessels ist in Privathäusern oft mit Schwierigkeiten verknüpft. Ist eine Waschküche, oder ein ähnliches, zur Anbringung des Kessels nebst Zubehör dienliches Lokal in einem oberen Stockwerk vorhanden, so steht der Anlage des Badezimmers in der Nähe des Haupt-Schlafzimmers kein Hinderniß im Wege. Man hat wohl versucht, den Badekessel hinter dem Kamin des Ankleidezimmers oder wohl gar in dem Zimmer selbst anzubringen, aber dieß ist aus mehreren Gründen, zum Theil schon, weil die Feuerungen solcher großer Kessel oft rauchen und das Zimmer beschmutzen, durchaus nicht zu empfehlen.

Ein neuerer Vorschlag zum Wärmen des Wassers ist folgender: Das Wasser fließt durch eine bleierne Röhre von dem Reservoir bis in die Küche herab; hier tritt die Röhre in einen Kessel, macht eine Menge

Windungen in demselben, und steigt von hier wieder nach dem Badezimmer auf. Indem nun der Kessel mit kochendem Wasser gefüllt ist, und das Badewasser durch die Röhrenwindungen hindurchströmt, wird es erwärmt und steigt durch hydrostatischen Druck in der aufwärts gehenden Röhre empor und gelangt so in die Badewanne. Die in dem Kessel befindlichen Röhrenwindungen dürfen jedoch nicht aus Blei bestehen, sondern müssen aus dünnem Kupferblech angefertigt sein, weil Blei an und für sich ein schlechterer Wärmeleiter ist, und auch nicht so dünn gearbeitet werden kann, als Kupfer, mithin bleierne Röhren die Wärme von dem umgebenden Wasser zu langsam auf das durchfließende übertragen würden. Diese Idee ist sehr sinnreich und gestattet die Anlage eines Bades in einer oberen Etage, während der Kessel unten in der Küche ist. Es gehört aber ein sehr großer Kessel dazu, so daß, wenn ein solcher nicht etwa zu andern Zwecken ohnehin geheizt werden muß, diese Methode wenig ökonomisch ist. Dazu kommt noch, daß sich die Windungen der Röhre äußerlich bald mit Pfannenstein bekleiden, der dann als schlechter Wärmeleiter die Wirkung der Röhren wesentlich beeinträchtigt, sich aber doch so fest an das Kupfer ansetzt, daß man ihn nicht ohne Gefahr für die Röhren herunterbringen kann.

Gleichwohl ist diese Einrichtung in mehreren Häusern Londons zur Zufriedenheit der Eigenthümer ausgeführt.

Eine andere noch einfachere und zugleich ökonomische Methode, die ebenfalls die Anlage des Badezimmers an jedem beliebigen Orte des Hauses, und die des Kessels unten in der Küche, dem Waschhause oder sonst einem nicht feuergefährlichen und doch bequemen Lokale gestattet, ist diese: Der Kessel, von der Größe, daß er etwa 60 Pfund Wasser faßt, ist überall völlig wasserdicht verschlossen, und steht durch zwei nicht zu enge Röhren mit der Badewanne in Verbindung. Die eine dieser Röhren geht von dem oberen Ende des Kessels aus und tritt in der Höhe des Wasserspiegels in die Badewanne. Die zweite dagegen läuft von dem unteren Ende des Kessels aus, und mündet nahe über dem Boden der Badewanne in diese ein. Man läßt nun kaltes Wasser in die Badewanne fließen, wodurch sich denn natürlich auch der Kessel mit Wasser füllt, und macht Feuer unter dem Kessel an. So wie sich das Wasser in ihm erwärmt, sich ausdehnt und spezifisch leichter wird, steigt es eben dieser Leichtigkeit wegen in der obern Röhre auf, und gelangt so oben in die Badewanne, aus welcher dagegen durch die andere Röhre kaltes Wasser herabfließt, sich hier erwärmt und nachher durch die erste Röhre wieder aufsteigt. Es entsteht so eine Zirkulation, in deren Folge sich das Wasser in kurzer Zeit erwärmt.

Das dieser Einrichtung zum Grunde liegende Prinzip ist genau dasselbe, auf welches sich die Zimmerheizung mittelst heißen Wassers gründet.

Allzulange Röhrenleitungen hindern zwar die Zirkulation des Wassers, und müssen daher, wo möglich, vermieden werden; doch können die Leitungen immerhin ohne bedeutenden Nachtheil eine Länge von 40 bis 50 Fuß haben, was auch in den meisten Fällen hinreichen wird. In Zeit von einer halben Stunde läßt sich bei dieser Einrichtung ein Bad auf 36° C. erwärmen.

Der Verbrauch an Brennmaterial ist bei dieser Methode sehr unbedeutend.

Ein Vorwurf, den man ihr gemacht hat, ist der, daß wenn das Bad die nöthige Wärme erreicht hat, und man das Feuer unter dem Kessel auslöscht, die Zirkulation immer noch eine Zeitlang fortdauert, wodurch das Bad eine übermäßige Wärme annehmen kann. Da bei der Weite der Röhren ein Hahn nicht wohl zulässig ist, so unterbricht man die fernere Strö-

mung durch ein in der Ausmündung der Röhre gestopftes Tuch oder einen hölzernen Pflock.

Ein zweiter Uebelstand, der bei dieser Einrichtung vorkommen kann, besteht darin, daß wenn das Feuer unter dem Kessel zu lebhaft brennt und ihn zu schnell erhitzt, das Wasser wohl zum Sieden kommen und Dampf in solcher Menge entwickeln kann, daß das in der oberen Röhre enthaltene Wasser ganz herausgetrieben wird, wo denn der Dampf in das Wasser des Bades einströmt, und hier bei seiner stoßweisen Verdichtung durch das kalte Wasser einen so entsetzlichen Lärm verursacht, daß das ganze Haus in Aufruhr kommt. Außerdem können diese gewaltsamen explosionsartigen Erschütterungen den Röhrenleitungen sehr nachtheilig werden, und Undichtigkeiten veranlassen, deren Reparatur gewöhnlich nicht ohne Schwierigkeiten zu beschaffen ist. Durch einige Aufmerksamkeit beim Heizen des Kessels und Vermeidung zu starker Hitze ist diesem Ereignisse leicht vorzubeugen.

Einfacher und schneller wirkend als die zuletzt beschriebene Erwärmungsart ist die folgende: Der Kessel ist ebenfalls wasserdicht verschlossen und steht durch eine Röhre mit dem, oben im Hause befindlichen Wasserreservoir, durch eine zweite Röhre aber mit der Badewanne in Verbindung, so daß das von dem Reservoir nach der Badewanne fließende Wasser seinen Weg durch den Kessel nehmen muß, in welchem es erhitzt wird.

Es ist übrigens nicht allein bei dieser, sondern bei allen Badeeinrichtungen zu empfehlen, die Wasserleitungsröhren an solchen Stellen des Hauses anzubringen, die durch zufällig entstehende Lecke keinen Schaden nehmen; auch ist es gut, wenn die Badewanne in einem ganz flachen bleiernen Kasten mit einer Abflußröhre steht, damit wenn durch Zufall Wasser verschüttet werden sollte, die Decken der unterliegenden Zimmer nicht leiden.

Bei allen größeren neu gebauten Häusern sollte man daher an geeigneten Stellen zwei oder drei Kanäle konstruiren, um, falls es späterhin gewünscht werden sollte, Wasserleitungsröhren darin anbringen zu können. Zugleich müssen diese Kanäle so liegen, daß man im Winter ohne Schwierigkeit etwas warme Luft in ihr unteres Ende einlassen kann, um das Frieren des Wassers in den Röhren zu verhindern. Auch bei der Anlage der Wasserreservoirs ist, wie schon oben erwähnt, besonders darauf zu achten, daß das Wasser nicht gefriert; sie müssen ferner mit einer Ableitungsröhre versehen werden, damit sie sich nur bis zur Höhe dieser Röhre füllen, und nicht überfließen können.

Eine dritte Methode zum Wärmen der Bäder besteht in der Anwendung von Dampf, die ebenfalls ihre eigenthümlichen Vortheile darbietet. Man leitet entweder den Dampf unmittelbar in das Wasser der Badewanne, oder umgibt diese, wenn sie nämlich aus Kupfer, Zink oder Weißblech besteht, mit einem Mantel ebenfalls von Blech, und leitet den Dampf in den Zwischenraum, von welchem dann eine Ableitungsröhre ausgehen muß, um das darin verdichtete Wasser, sowie Luft und überflüssigen Dampf fortzuleiten. Oder auch, man läßt den Dampf durch eine Röhre strömen, die durch die Badewanne hindurch geht, und welche über ihrem Boden mehrere Windungen macht.

In Gebäuden, wo zu anderen Zwecken ein Dampfkessel ohnehin vorhanden ist und geheizt werden muß, ist diese Einrichtung sehr zweckmäßig, in Privathäusern jedoch ganz unpraktisch.

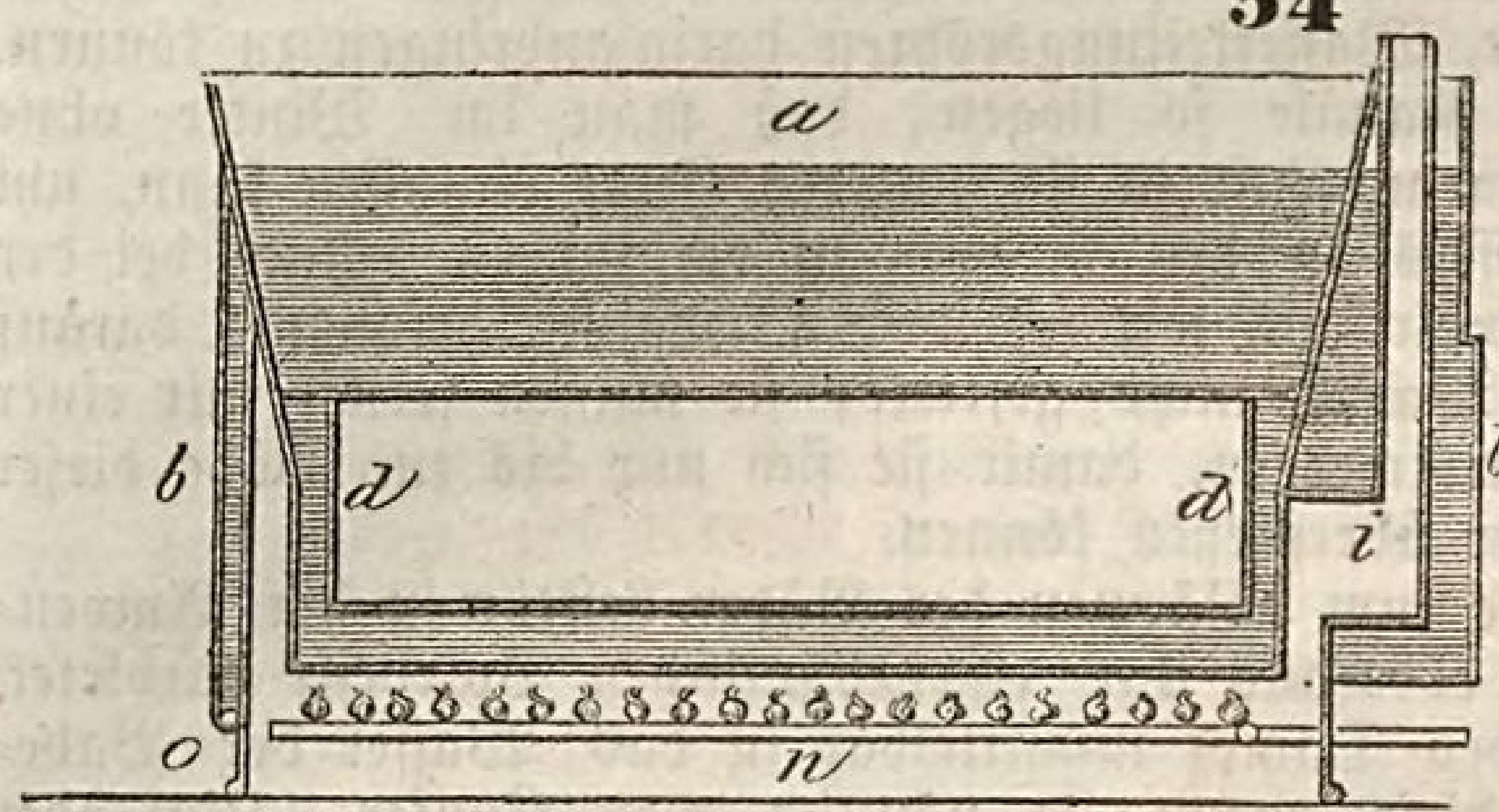
Endlich sind in neuerer Zeit auch eine Menge, theils kupferne, theils blecherne Badewannen erfunden worden, die an der einen Seite einen kleinen Ofen haben, welcher mit einem Wasserbehälter umgeben ist, so

daß zwischen dem Wasser dieses Behälters und dem der Badewanne eine Zirkulation eintritt, wodurch das Bad sich ziemlich rasch erwärmt. Eine der besten Einrichtungen dieser Art ist die von Benham in London. Man stellt die Badewanne in die Nähe des Kamins und bringt das Rauchrohr des kleinen Ofens bis zu einer gewissen Weite in den Schornstein hinauf, um einen gehörigen Zug in dem Ofen zu unterhalten. Der Benhamische Apparat erwärmt ein Bad in Zeit von 20 bis 25 Minuten von 10° bis auf 37° C. Daß, sobald das Wasser die verlangte Temperatur erreicht hat, das Feuer ausgelöscht werden muß, versteht sich von selbst.

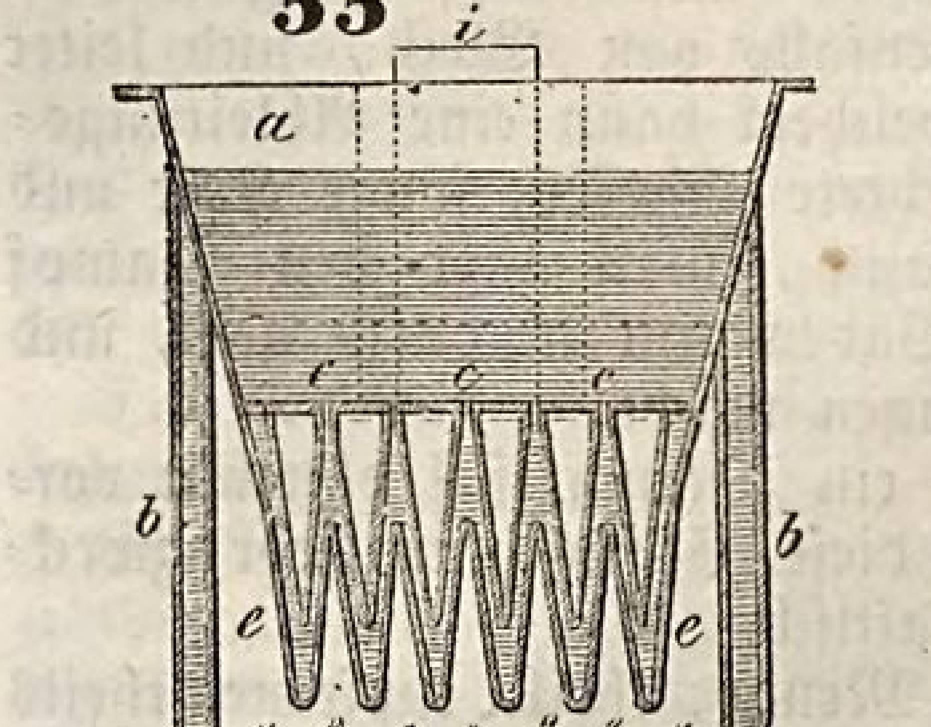
Neuerdings ist die Heizung der Bäder durch **Steinkohlengas** empfohlen worden, eine Idee, welche in Städten, die Gasanstalten besitzen, offenbar Vieles für sich hat, wie sich aus der folgenden Betrachtung ergibt.

Gesetzt, es sollten zu einem Bade 1000 Pfund Wasser von 10 bis zu 30° C., also um 20° erwärmt werden, so würden dazu etwa 50 Kubikfuß Steinkohlengas erforderlich sein, wenn angenommen wird, daß $^1/_7$ der entwickelten Wärme verloren geht, und $^6/_7$ dem Wasser zu Gute kommen. Legen wir den hohen Preis von 2 Rthlr. für die 1000 Kubikfuß Gas der Berechnung zu Grunde, so würden jene 50 Kubikfuß $^1/_{10}$ Rthlr. kosten. Allerdings würden bei Holz- oder Steinkohlenfeurung die Kosten niedriger ausfallen; wenn man aber bedenkt, daß bei der Gasheizung die ganze Anlage eines Kessels und der Röhren, welche außerdem nicht selten unbequeme und kostspielige Reparaturen veranlassen, wegfällt, daß ferner Bäder in Privathäusern, für welche allein die Gasheizung empfohlen werden soll, doch immer einen Luxus bilden, und in der Regel nur von wohlhabenden Leuten angewandt werden, so dürfte eine Ausgabe von 3 Sgr. um so weniger in Betracht kommen, als dadurch die große Bequemlichkeit erzielt wird, daß man, um ein Bad zu erwärmen, nichts weiter zu thun hat, als einen Gashahn zu öffnen und das Gas anzuzünden.

54



55



Zum Zwecke möglichst vollständiger Benutzung der durch Verbrennung von Leuchtgas entwickelten Wärme und zur möglichst schnellen Erwärmung des Bades ist es wichtig, die den Lampen dargebotene Fläche so groß wie möglich zu machen. Eine dahin zielende Einrichtung einer Badewanne ist von Pettit in Londen angegeben, von welcher Fig. 54 ein Längendurchschnitt, Fig. 55 ein Querdurchschnitt ist.

a die Wanne, unter deren Boden sich ein im Zickzack gebogener Wasserraum ee befindet, welcher der ganzen Länge nach unter dem Boden fortläuft und an den oberen Umbiegungen, bei c, c, c, mit dem Raume der Wanne kommunizirt. Die Enden des Zickzackkanales münden auf beiden Seiten in die schmalen, gleichfalls mit der Wanne in

Verbindung stehenden Räume d, d. so daß das in dem Wärmeapparate befindliche Wasser mit dem der Badewanne in vielfältiger Verbindung steht. Sieben parallele Gasröhren n n, der Länge nach mit einer Reihe kleiner Löcher versehen, sind unter dem Zickzack dergestalt angebracht, daß die Flammen allemal zwischen den unteren Biegungen brennen. Damit aber auch von den Seiten keine Wärme verloren gehe, so ist der ganze Wärmeapparat mit schmalen Wasserbehältern b, b, umgeben, welche oben in die Badewanne einmünden.

Der zur Unterhaltung der Flammen nöthige Luftzufluß tritt durch mehrere Oeffnungen bei o ein, während die verbrauchte Luft durch einen Kanal i abzieht. Man braucht diesen Kanal nur durch ein Rohr mit einem Schornstein in Verbindung zu bringen, um die von einer so großen Zahl brennender Lampen herrührende, allerdings nicht unbedeutende Menge verdorbener Luft aus dem Badezimmer zu entfernen.

Balsame. Viele Pflanzen enthalten in besonderen Gefäßen flüssige Verbindungen von Harzen mit ätherischen Oelen, welche theils von selbst, theils durch gemachte Einschnitte in Gestalt eines klebrigen Saftes ausfließen, der bei längerem Verweilen an der Luft austrocknet, und festes Harz zurückläßt. Diese klebrigen Harzsäfte werden mit dem generischen Namen „Balsame" belegt, und besitzen jederzeit einen starken Geruch, der je nach der Beschaffenheit des ätherischen Oeles zum Theil sehr angenehm, zum Theil unangenehm ist.

Die Balsame haben, je nachdem das Harz oder das flüchtige Oel in ihnen vorwaltet, eine dickere, zähe, oder auch eine dünne, honigartige Konsistenz; die Farbe ist theils dunkelbraun, theils bräunlich gelb, theils sind sie fast farblos. Dem freien Luftzutritt längere Zeit dargeboten, nehmen sie sowohl durch Verflüchtigung eines Theiles des in ihnen enthaltenen flüchtigen Oeles, mehr aber noch durch Oxydation und Verharzung desselben, eine dickere Beschaffenheit an und trocknen endlich ganz ein, womit sich dann der Geruch verliert. Mit Alkohol, Aether, flüchtigen und fetten Oelen sind die meisten Balsame in jedem Verhältnisse mischbar, im Wasser dagegen unauflöslich. Durch Destillation für sich geben sie zwar einen Theil des flüchtigen Oeles; versucht man aber die ganze Menge auszutreiben, so tritt theilweise Zersetzung ein, wobei sich das rückständige Harz braun färbt. Durch Destillation mit Wasser dagegen läßt sich das flüchtige Oel leicht austreiben, ohne daß sich das Harz zersetzt; eine Operation, die unter anderen bei der Darstellung des Terpenthinöles aus dem Terpenthin im Großen vorgenommen wird. Einige Balsame enthalten neben Harz und Oel auch noch Benzoesäure.

1. Terpenthin. Wird durch Einschnitte in den Stamm verschiedener Nadelhölzer gewonnen, besitzt Honigkonsistenz, ist wenig gefärbt, theils ganz klar, theils trübe, besitzt einen dem Terpenthinöl ähnlichen Geruch und einen brennenden Geschmack. Durch Destillation mit Wasser liefert er Terpenthinöl, während Kolophonium zurückbleibt.

Es kommen im Handel folgende Sorten vor:

a) Venetianischer Terpenthin, vom Lärchenbaume; ist blaßgelb, durchsichtig und bleibt auch bei längerer Aufbewahrung so.

b) Französischer Terpenthin, aus Kiefern, ist ebenfalls blaßgelb, aber trübe und setzt bei längerer Aufbewahrung einen undurchsichtigen grauen Bodensatz ab. Er steht in Güte und Werth dem vorhergehenden nach.

c) Straßburger Terpenthin, von der Roth- und Edeltanne; ist ziemlich klar, jedoch nicht so wie der venetianische.

d) Ungarischer oder karpathischer Terpenthin, sehr hell

und durchsichtig, dünnflüssig, wird von Pinus Cembra gewonnen; von wachholderähnlichem Geruch.

e) Cyprischer Terpenthin, von Pistacia Terebinthus, durchsichtig, grünlich gelb, dickflüssig, von zitronenähnlichem Geruch.

f) Kanadischer Terpenthin oder kanadischer Balsam; von Pinus balsamea, dickflüssig, ganz durchsichtig und fast farblos, von angenehmem gewürzhaftem Geruch.

2. Perubalsam, wird aus Myroxylon peruiferum, einem in Peru, Mexiko und anderen Theilen von Amerika wachsenden Baume, zum Theil durch gemachte Einschnitte, zum Theil dadurch gewonnen, daß man das Dekokt der Rinde und der Zweige des Baumes abdampft. Die auf die erstere Art gewonnene Sorte ist sehr selten und wird in Kokosnußschalen in den Handel gebracht, daher wohl Balsam en coque genannt. Braun, fast undurchsichtig, dickflüssig, von äußerst angenehmem vanilleartigem Geruch und scharfem Geschmack. Er besteht aus Harz, Bonzoesäure und sehr wenig flüchtigem Oel. — Die zweite Sorte kommt viel häufiger vor, ist durchscheinend, von Syrupkonsistenz, dunkelrothbrauner Farbe, unerträglich scharfem bitterem Geschmack und stärkerem aber weniger lieblichem Geruch als die erstere Sorte. Er enthält nach Stolze 69 flüchtiges Oel, 20.7 Harz, 6.4 Benzoesäure, 0.6 Extraktivstoff und 0.9 Wasser.

Des hohen Preises wegen wird der Perubalsam häufig mit Kopaivbalsam, Terpenthinöl oder Olivenöl verfälscht, eine Verfälschung, die sich in den ersten beiden Fällen durch den Geruch, im letzteren Falle aber nur schwierig erkennen läßt. Der Perubalsam findet seines lieblichen vanilleartigen Geruches wegen vielfache Anwendung zu Parfümerien, zu feinem Siegellack, ja er soll selbst statt der Vanille zur Chocolate und zu Likören verwendet werden.

3. Flüssiger Storax (Styrax). Man unterscheidet zwei Sorten: den amerikanischen, der aus Einschnitten in einen Baum, Liquidambar styraciflua, ausfließt, und den ostindischen, aus Altingia excelsa. Unter ihnen ist die erste Sorte die beste und theuerste, sie ist von graubrauner Farbe, von der Konsistenz des venetianischen Terpenthins und einem sehr angenehmen, etwas vanilleartigen, jedoch von dem des Perubalsams sehr verschiedenen Geruch. Man braucht ihn in der Medicin, zu Räucherwerk und ähnlichen Zwecken.

4. Tolubalsam, fließt aus Einschnitten, die in den Stamm des im südlichen Amerika wachsenden Myroxylon toluiferum gemacht werden. Er hat frisch eine ziemlich dünnflüssige Konsistenz und hellgelbe Farbe, wird aber an der Luft dicker und dunkler, der Geruch ist eigenthümlich, nicht sonderlich angenehm.

5. Kopaivbalsam. Wird auf den Antillen und in Brasilien aus der Copaifera officinalis gewonnen. Er ist hellgelb, durchsichtig, ziemlich dünnflüssig, trocknet langsam zu einem zähen klebrigen Harze ein. Er hat einen starken, nicht angenehmen Geruch und brennenden Geschmack. Da er, besonders in der Medizin, viel gebraucht wird, so findet man ihn nicht selten verfälscht, vorzüglich durch Terpenthin und durch flüchtige Oele. Die erste dieser Verfälschungen läßt sich nur durch den Geruch, die letztere durch Schütteln mit Ammoniakflüssigkeit ermitteln, in welcher sich reiner Kopaivbalsam zu einer klaren Flüssigkeit auflöst, während der mit Oel verfälschte eine milchige Emulsion bildet.

6. Mekkabalsam, fließt aus Balsamodendron Gileadense, der in Arabien und Egypten wächst, wird aber auch durch Auskochen der Blätter gewonnen. Die durch freiwilliges Ausfließen erhaltene Sorte kommt selten im Handel vor, ist von hellgelber Farbe, dünnflüssiger Konsistenz,

und angenehmem Geruch; der gewöhnliche, durch Auskochen erhaltene Balsam ist, wahrscheinlich durch Verflüchtigung von ätherischem Oel, dickflüssiger. Er ist leichter als Wasser, in Aether und flüchtigen Oelen vollständig, in Alkohol nur theilweise auflöslich.

7. Chinesischer Firniß. Die Chinesen verfertigen eine Menge von Kunstarbeiten, Kästchen, Schalen u. dgl., die mit einem Firniß (Lack) von ausgezeichneter Schönheit überzogen sind, welcher in Härte und Glanz alle anderen bei uns durch künstliche Mischungen dargestellten Lacke übertrifft. Es ist ein natürlicher Balsam, der aus dem Firnißbaum, Augia sinensis, im Chinesischen Tsi-chu genannt, welcher in China, Cochinchina und dem Königreich Siam wächst, aus Einschnitten, die man in seine Rinde macht, ausfließt.

Nach Macaire-Prinsep, der Gelegenheit hatte, diesen Balsam zu untersuchen, besitzt er eine bräunlich gelbe Farbe, einen eigenthümlichen aromatischen Geruch, einen starken, etwas adstringirenden Geschmack, der Aehnlichkeit mit Mekka- und Kopaivbalsam hat, und eine Konsistenz wie dicker Terpenthin. Auf eine Fläche ausgestrichen, bildet er einen gleichförmigen glänzenden, leicht trocknenden Ueberzug. Er vereinigt sich sehr gut mit Farben, löst sich in kaltem Alkohol nur träge, in kochendem Alkohol aber sehr leicht auf. Aether und Terpenthinöl lösen ihn schon in der Kälte. Mit Wasser in einer Retorte gekocht, gibt er ein eigenthümliches flüchtiges Oel, während ein sehr festes Harz zurückbleibt, und das Wasser enthält Benzoesäure gelöst.

8. Japanischer Firniß, von dem vorhergehenden wohl zu unterscheiden, fließt aus dem in Japan heimischen Rhus Vernix und liefert den sehr schönen, dem chinesischen jedoch nicht gleich kommenden, japanischen Lack.

Bandanna. Eine eigenthümliche Art der Kattundruckerei, bei welcher weiße oder hellfarbige Muster auf rothem oder dunklem Grunde, durch Zerstörung oder Bleichung des Farbstoffes hervorgebracht werden. Eine ähnliche, obwohl in ihren Prinzipien abweichende Art der Färberei ist seit undenklichen Zeiten in Ostindien gebräuchlich, indem man diejenigen Stellen der Zeuge, die weiß erscheinen sollen, mit Bindfaden sehr fest zusammenbindet, und nun das Ganze ausfärbt, wobei dann die Farbebrühe in die gebundenen Stellen nicht eindringen kann, und diese also weiß läßt. Bei dem Badannadruck dagegen werden die Zeuge vollständig gefärbt, sodann an jenen Stellen, welche gefärbt bleiben sollen, stark zusammengepreßt, und nun einer Bleichflüssigkeit dargeboten, welche nur auf die nicht gepreßten Stellen einwirken kann.

Wenn gleich die allgemeinen Grundsätze des Verfahrens, helle Muster auf dunklem Grunde hervorzubringen, in dem Artikel Kattundruckerei näher erörtert werden, so verdient doch der Bandannadruck seiner Eigenthümlichkeit halber eine gesonderte Betrachtung. Eine ausführliche Beschreibung der Bandannadruckerei von Monteith in Glasgow ist von Ure in Brande's Journal vom Jahre 1823 gegeben. — Bei einem Besuche dieser ausgezeichneten Kattundruckerei im Sommer 1851 haben wir Gelegenheit gehabt, uns zu überzeugen, daß der Bandannadruck daselbst noch im vollen Gange ist, und daß die Apparate mit den im Folgenden beschriebenen übereinstimmen.

Die weißen Muster werden dadurch hervorgebracht, daß man eine chlorhaltige Flüssigkeit durch türkisch-roth gefärbten Kattun hindurch fließen läßt, während alle die Stellen, die roth bleiben sollen, durch bleierne Formen mittelst einer kräftigen hydraulischen Presse einem solchen Druck ausgesetzt werden, daß an diesen Stellen die Farbe vor der Einwirkunb des Chlors geschützt bleibt.

56

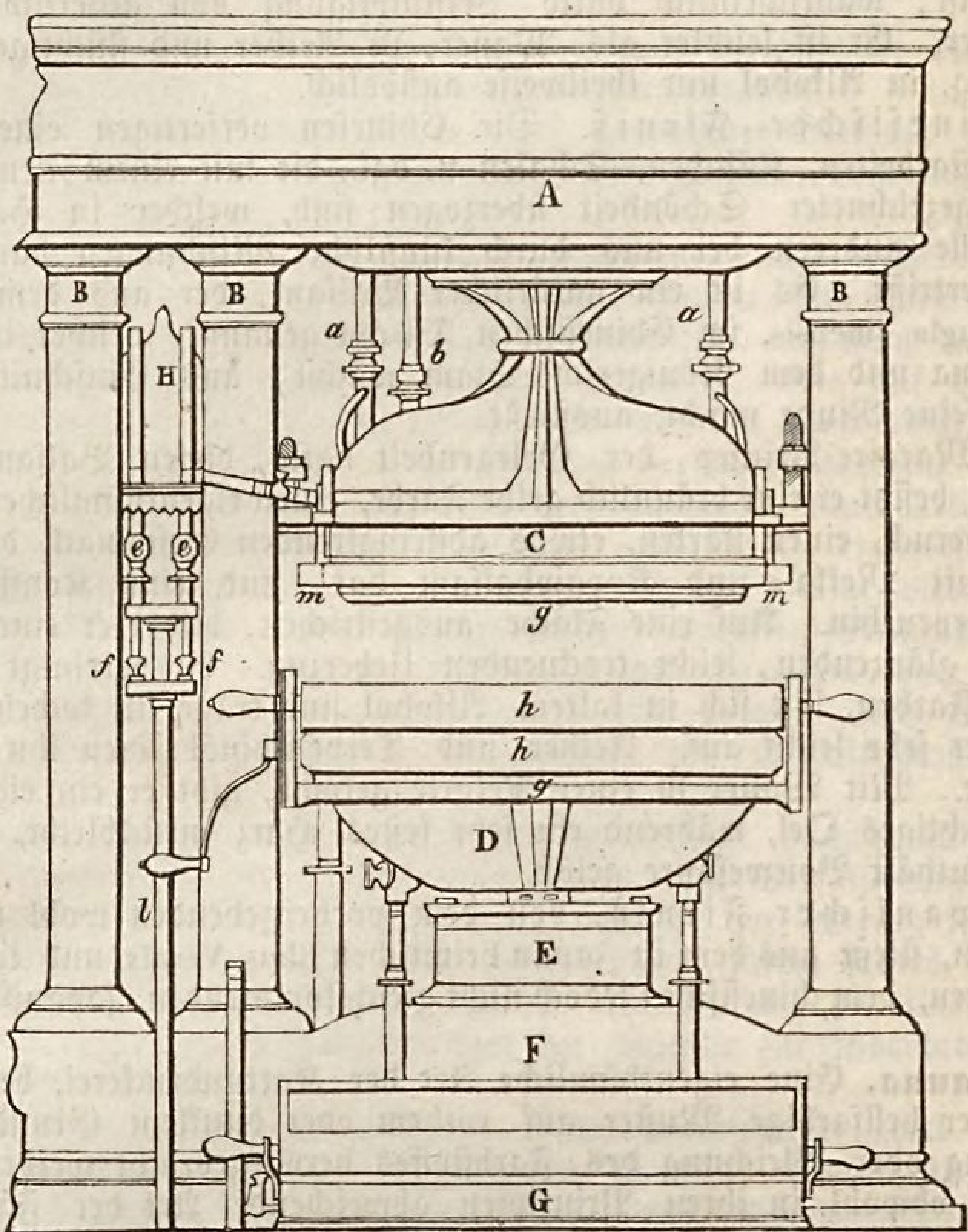


Fig. 56 ist eine Ansicht einer solchen Presse. A die obere Widerlage, BB die Ständer oder Säulen, C der obere Preßklotz, unter welchem die obere durchlöcherte Bleiform befestigt wird; D die untere Preßplatte, auf welcher die untere, der oberen genau entsprechende Bleiform liegt, E der hydraulische Preßkolben, F die untere Widerlage oder Basis der Presse, G ein Wasserbehälter zur Aufnahme der aus der Presse kommenden Zeuge, H das Gefäß für die Chlorflüssigkeit, mit Glasröhren oder Wasserständen, um genau den Stand der Flüssigkeit in dem Gefäße anzugeben, e, e Glashähne, um den Zufluß der Flüssigkeit aus dem allgemeinen Reservoir zu reguliren, f, f Hähne, um Wasser zum Auswaschen des Chlors zuzuleiten, g, g die bleierne Musterplatte oder Form mit Schrauben, um die Muster in korrespondirende Lage bringen zu können; m, m vorspringende Stücke an den Ecken, mit vertikal durchgebohrten halbzölligen Löchern, durch welche vier, von der unteren Platte aufstehende Bolzen hindurch gehen, um während des Anpressens die obere und untere Form genau in der richtigen Lage zu erhalten; h h zwei Walzen, welche den Zeug, sowie er aus der Presse kommt, fortziehen und in den Wasserbehälter G leiten.

Zur Linken von D ist eine Röhre mit einem Hahn, wodurch der Wasserbehälter seinen Zufluß erhält; l eine Abzugsröhre für Chlorflüssigkeit und Waschwasser. Eine Vorrichtung, die dazu dient, einen Luftstrom quer durch den Zeug zu treiben, ist in der Figur weggelassen, um diese nicht zu sehr zu kompliziren.

Sechszehn solcher Maschinen, von denen jede eine Druckkraft von fast einer halben Million Pfund ausübt, stehen, in Abtheilungen zu je vier, in einer Reihe, so daß der Raum zwischen je zwei Abtheilungen den Arbeitern zum Durchgange dient, um schnell von der Vorderseite zur Hinterseite der Presse gelangen zu können. Eine jede Abtheilung von 4 Maschinen hat eine Länge von 25 Fuß, die Länge des ganzen Arbeitslokales beträgt 100 Fuß.

Jede Presse enthält, wie schon erwähnt, zwei Bleiformen, von deren Anfertigung weiter unten die Rede sein wird, und deren eine auf der unteren Preßplatte, die andere unter dem oberen Preßklotz angebracht ist. Dieser letztere ist so eingerichtet, daß er in einer Art Universalgewinde ruht, und sich demnach auf's Genaueste an die untere Platte anlegt. Setzt man nun die Presse in Thätigkeit, so schließen die beiden Formen auf's Genaueste aneinander, und die das Muster bildenden Vertiefungen der einen fallen mit denen der anderen völlig zusammen.

Das Kraftmagazin oder Triebwerk dieser sechszehn Pressen befindet sich in einem Nebenzimmer, und besteht hauptsächlich aus zwei Preßzylindern, ganz von der Einrichtung hydraulischer Pressen, die jedoch nicht den Zweck haben, als Presse zu wirken, sondern gewissermaßen als Kraftbehälter zu dienen. Die Kolben dieser beiden Pressen nämlich sind jeder durch ein Gewicht von 10,000 Pfund belastet, und werden durch eine Anzahl kleinerer Druckpumpen, die wieder durch eine Dampfmaschine in Gang gehalten werden, beständig in gehobener Lage erhalten, so daß also das Wasser in diesen Pressen durch die darauf lastenden 10,000 Pfund gedrückt wird. Die Kolben dieser beiden Pressen sind jedoch von sehr verschiedener Dicke; der eine hat 8, der andere 1 Zoll im Durchmesser, so daß also, da beide mit demselben Gewichte belastet sind, das Wasser des kleineren unter einem 64 Mal größeren Drucke steht, als das im großen. Von dem inneren Raume dieser Presse gehen enge kupferne Röhren nach den 16 Bandanna-Pressen und sind mit Hähnen versehen. Soll nun bei der Arbeit die untere Preßplatte mit den darauf liegenden Zeugen gehoben und unter die obere Form gebracht werden, so öffnet man zuerst den Hahn der von dem 8zölligen Treibzylinder herkommenden Röhre, worauf das Wasser in die Presse einströmt; dann aber den der anderen, von dem einzölligen Treibzylinder ausgehenden Röhre, wodurch das Wasser der Presse unter den ungeheueren Druck versetzt wird, der unter dem 1zölligen mit 10,000 Pfund beschwerten Kolben Statt findet.

Der Zweck dieser Einrichtung ist einleuchtend. Wollte man nämlich die 16 Pressen auf gewöhnliche Art in Bewegung setzen, so müßte jede mit zwei Pumpen. einer von größerem und einer von kleinerem Durchmesser, versehen, im Ganzen also müßten 32 Pumpen vorhanden sein, die außerdem Vorrichtungen zum Auslösen haben müßten, um sie beliebig in Gang und auch wieder außer Gang setzen zu können. Bei der vorhin beschriebenen Vorrichtung ist dieses nicht nöthig; wenig Pumpen, die von der Dampfmaschine beständig in Bewegung gehalten werden, reichen hin die beiden Triebzylinder beständig mit Wasser zu versorgen, und der Arbeiter hat nichts weiter zu thun, als ein Paar Hähne zu öffnen oder zu schließen, um seine Presse zuerst mit geringerer Kraft zu heben, und dann den höchsten Druck eintreten zu lassen. Ein dritter Hahn an der Presse dient dazu, das Wasser aus ihr ausfließen, und dadurch den Kolben nach beendigter Operation wieder sinken zu lassen.

Man legt zwölf bis vierzehn türkischroth gefärbte Zeuge der ganzen Länge nach so genau wie möglich mittelst einer eigenen Maschine auf einander, und rollt sie auf einen hölzernen Zylinder oder Winde-

baum, worauf dieser an der hinteren Seite der Maschine an seinen bestimmten Platz gebracht wird. Das vordere Ende der Zeuge wird zwischen den beiden Formen hindurchgezogen und nun eingepreßt. Man öffnet nämlich zuerst den Hahn der von dem achtzölligen Treibzylinder herkommenden Röhre, wodurch die untere Platte sogleich gehoben wird, und die Form mit dem darauf liegenden Zeuge bis unter die obere Form hinauf bringt. Der Hahn wird sodann geschlossen und der andere dagegen geöffnet, wodurch jetzt das in dem einzölligen, mit 10,000 Pfund belasteten Treibzylinder enthaltene Wasser eindringt, und da der Kolben der Presse acht Zoll im Durchmesser hat, einen Druck von 8 × 8 × 10,000 = 640,000 Pfund erzeugt, mit welchem die Lage Zeug in ein paar Sekunden zwischen beiden Formen eingeklemmt wird. Gewiß ein höchst interessantes Beispiel von der ungemeinen Bequemlichkeit und Wirksamkeit dieser Presse. Nur einen kleinen Hahn hat der Arbeiter zu öffnen, um augenblicklich einen sanft und ohne Geräusch eintretenden Druck, der ein Haus von mäßiger Größe erheben würde, auszuüben.

Die nächste Arbeit besteht darin, die Bleichflüssigkeit (nämlich Chlorwasser, durch Mischung von Schwefelsäure und Chlorkalklösung erhalten) auf die Zeuge einwirken zu lassen. Dieses Bleichwasser befindet sich in einem großen Behälter in einem benachbarten Gebäude, von wo es in den kleinen bleiernen Behälter H an der Presse eingelassen werden kann. An diesen Behältern H sind, wie oben erwähnt, graduirte Glasröhren oder Wasserstände angebracht, so daß man allemal die Menge Bleichflüssigkeit, die bei jeder einzelnen Operation in Anwendung kommt, genau reguliren kann. Alle zur Leitung der Flüssigkeit dienenden Hähne sind von Glas.

Von dem Meßbehälter H tritt die Bleichflüssigkeit in die Vertiefungen der oberen Form, dringt an allen diesen Stellen durch die Zeuglage, und zerstört bei ihrem Durchgange die rothe Farbe, während die durch die vorspringenden Stellen der Formen zusammengepreßten Theile völlig geschützt bleiben. Die Flüssigkeit kommt nach vollbrachter Wirkung in die Vertiefungen der unteren Form, und gelangt aus dieser in die Abzugsröhre. Gleich nachdem die Chlorflüssigkeit durch die Zeuge getrieben worden, und die Farbe zerstört ist, läßt man auf dieselbe Weise Wasser hindurch, um alles Chlor wegzuspülen, weil, wenn in den Zwischenräumen des Gewebes Chlorflüssigkeit zurückbliebe, diese beim Aufhören der Pressung in die nächstliegenden Begrenzungen des weißen Musters einfließen, und auch hier noch zum großen Nachtheil der Schärfe desselben, eine theilweise Bleichung bewirken würde. Das Hindurchdringen der Bleichflüssigkeit sowohl, wie des Wassers, wird durch eine Art Gebläse befördert. Es ist dieß ein großer Gasometer, von welchem Luft unter mäßigem Druck ebenfalls in die Vertiefungen der oberen Form geleitet werden kann, und so auf die vorher eingelassene Bleichflüssigkeit die zu ihrem Durchgange durch das Gewebe nöthige Pressung ausübt. Besonders bei gehäuften Bestellungen, wo die Arbeit möglichst rasch von Statten gehen muß, wird der Luftapparat in Anwendung gebracht, indem er fast eine doppelte Produktion gestattet.

Die Zeit, die zu einer Bleichoperation in der ersten Presse nöthig ist, reicht hin, daß inzwischen die Arbeiter die übrigen 15 Pressen nacheinander in Gang setzen können, sie kehren nun zu der ersten Presse zurück, ziehen die Zeuge um eine Formbreite fort, pressen sie wieder ein, lassen Bleichflüssigkeit zu, wenden sich nun zu der zweiten Presse, um auch diese neu zu besetzen u. s. f. Zehn Minuten sind zu einer Bleichung und dem Nachspülen mit Wasser genügend, und eben so viel Zeit brau-

chen die Arbeiter, um sämmtliche 16 Pressen zu bedienen; so daß in 10 Minuten 16 × 14, also 224 Tücher fertig gemacht werden.

So wie ein Stück des Zeuges aus der Presse herauskommt, geht es zwischen den beiden Walzen h, h hindurch und gelangt so in den unteren Wasserbehälter; sind endlich die ganzen Stücke bis zum Ende fertig, so bringt man sie in das Wasch- oder Bleichlokal, wo durch Waschen und eine kurze Luftbleiche die weißgeätzten Stellen erst in völliger Reinheit und Weiße hergestellt werden.

Mittelst der 16 Pressen werden in Zeit von 10 Stunden durch vier Arbeiter 1600 Stück, jedes zu 12 engl. Ellen, also im Ganzen 19200 Ellen Bandannas hergestellt.

Die Formen oder Tafeln, die in die Presse eingesetzt werden und das weiße Muster bestimmen, sind aus Blei und zwar folgendermaßen angefertigt:

Ein gitterförmiger Rahmen von Gußeisen, einen Zoll dick, mit aufgebogenen Rändern, die somit eine Art flachen Kastens bilden, der etwas größer sein muß, als die zu bildende Bleiform, dient dieser zur festen Unterlage. Auf dieses Gitter wird an der den aufgebogenen Rändern entgegengesetzten Seite eine Bleiplatte von ungefähr ½ Zoll Dicke durch Schrauben befestigt. Um das Eisen des Gitters vor der zerstörenden Einwirkung der Bleichflüssigkeit zu schützen, wird es überall mit dünnem Walzblei bekleidet, und dieses an die erwähnte Bleiplatte angelöthet. Indem nun die ebenfalls mit Blei bekleideten aufstehenden Ränder durch eine angelöthete Bleiplatte bedeckt werden, entsteht ein geschlossener Raum, welcher zur Aufnahme der Flüssigkeit dient.

Auf die halbzöllige Bleiplatte kommt nun eine Tafel dünnes Walzblei zu liegen, die jedoch überall genau anschließen muß (zu welchem Ende sowohl sie als auch die dicke Platte durch vorsichtiges Hämmern auf einem ganz flachen Stein völlig gerade gerichtet, und durch Abhobeln glatt gemacht sein müssen), und wird an den Rändern an die dicke Platte angelöthet. Auf die so vorläufig befestigte dünne Platte klebt man die auf Papier entworfene Zeichnung des Musters auf, um hiernach alle die Stellen, die auf dem Zeuge weiß erscheinen sollen, auszuschneiden, so daß die vorspringenden Stellen der Form durch die dünne Bleiplatte gebildet werden, die man hier stehen läßt. Um aber diese bleibenden Theile der dünnen Platte mit der dickeren Grundplatte in feste Verbindung zu bringen, schlägt man, vor dem Ausschneiden des Musters, messingene Drahtstifte in hinreichender Zahl und überall, wo es nöthig ist, hindurch. Nunmehr wird das Muster mit den bei solchen Arbeiten gewöhnlich üblichen Instrumenten rechtwinklich eingeschnitten, wo dann die abgelösten Theile ohne Schwierigkeit ausgehoben werden können. In die so gebildeten Vertiefungen muß die Bleichflüssigkeit eingeleitet werden; zu diesem Ende bohrt man von dem Grunde der Vertiefungen zahlreiche Löcher durch die dicke Bleiplatte hindurch, so daß die Bleichflüssigkeit freien Zutritt und Abfluß durch diese Löcher bekommt. Ist man mit der einen Platte fertig, so druckt man das Muster mit Buchdruckerschwärze auf das Papier ab, welches auf die zweite zugehörige Platte aufgeklebt ist, und schneidet danach nun auch diese aus, wodurch denn natürlich eine vollkommene Uebereinstimmung unter den beiden Gravirungen erzielt wird. Zwei solche Formen gehören immer zusammen und lassen sich nach Belieben in die Presse einsetzen und gegen andere vertauschen.

Bandfabrikation. Die Verfertigung der schmalen Stoffe, welche man B ä n d e r nennt, und deren Breite zuweilen unter ¼ Zoll, höch-

stens aber 5 bis 6 Zoll beträgt, ist ein Zweig der Weberei, weßhalb in vielen Beziehungen auf diesen Artikel verwiesen werden kann, und hier nur einige, der Bandweberei ausschließlich eigene Umstände zur Erörterung kommen. Die schönsten und gebräuchlichsten Bänder werden aus Seide verfertigt. Man unterscheidet unter den seidenen Bändern hauptsächlich: Taffetband, von glattem (leinwand- oder taffetartigem) leichtem Gewebe; Grosdetours- oder Grosdenaples-Band, ebenfalls glatt gewebt, aber schwerer als Taffetband; Köperband (wozu das sogenannte Floretband gehört); Atlasband nach Art des Atlasses stark geköpert, auf der rechten Seite (wo nur die feinen Fäden der Kette zu sehen sind) sehr glatt und glänzend, Gaze- oder Dünntuchband, aus roher (ungekochter) Seide so lose gewebt, daß es wie ein feines Gitter erscheint; Sammtband, in seiner Beschaffenheit mit dem Sammt übereinstimmend; endlich zahllose Abänderungen von gemustertem Bande, welche in einem Grunde von Grosdenaples, Atlas oder Gaze mancherlei Streifen und Figuren enthalten, welche sich theils blos durch die Art der Fädenverbindung, theils auch noch überdieß durch Farbenabwechslung unterscheiden, und durch alle in der Musterweberei überhaupt gebräuchlichen Mittel hervorgebracht werden. Wollene Bänder kommen wenig vor, sind entweder glatt oder geköpert oder gemustert, und erhalten auch öfters nur den Einschuß von Wolle (Kammgarn,) die Kette aber von Leinen (halbwollene Bänder). Baumwollene Bänder werden in der neueren Zeit viel verfertigt, sowohl glatt als geköpert (oft mit farbigen Streifen), seltener mit Mustern; sie haben die leinenen Bänder großentheils verdrängt. Letztere pflegt man nur in schmalen Sorten und einfarbig (weiß oder blau, schwarz ꝛc. gefärbt) zu erzeugen; sie sind nie anders als glatt (leinwandartig) oder mit einem einfachen Köper gewebt.

Das Weben der Bänder geschieht meistentheils auf sogenannten Bandmühlen (Mühlstühlen), d. h. einer Art von Webestuhl, der das Eigenthümliche hat, daß darauf 8 bis 40 und zuweilen noch mehr Bänder neben einander zugleich gewebt werden können. Dadurch und ferner durch den Umstand, daß alle zum Weben nöthigen Bewegungen durch Umdrehung einer Welle (mittelst Menschenhand, Wasser- oder Dampfkraft) hervorgebracht werden, wird die Bandmühle zu einer weit mehr zusammengesetzten Vorrichtung als der gewöhnliche Webestuhl, zu einer wahren Webemaschine oder einem mechanischen Webestuhl, der viel früher existirt hat, als alle Arten mechanischer Stühle zum Weben breiter Stoffe.

Das Scheeren oder Schweifen der Bandketten geschieht, wie jenes der Ketten für breite Stoffe, auf einem Scheer- oder Schweifrahmen, wie er im Artikel Weberei beschrieben ist. Dann wird jede Kette für sich auf eine Spule gewickelt, die in den Mühlstuhl eingelegt wird. Der Kettenspulen sind demnach eben so viele, als Bänder auf dem Stuhle zugleich gewebt werden, d. h. soviel Gänge oder Läufe der Stuhl hat; manchmal auch mehr, indem man in gewissen Fällen genöthigt ist, die zu einem Bande bestimmte Kette auf zwei oder drei Spulen zu vertheilen.

Die Kettenspulen befinden sich in einer geraden Reihe im obersten und hintersten Theile des Stuhles. Von einer jeden nehmen die Kettenfäden einen völlig gleichen Weg, weßhalb bei der nun folgenden kurzen Beschreibung nur immer von einer Kette gesprochen wird. Die Kette geht nämlich von ihrer Spule aus einige Male über Rollen in senkrechter Richtung auf und ab, und wendet sich dann horizontal, wobei sie unter einem wagrechten hölzernen Baume und durch einen Kamm hin-

läuft, welcher letztere die Fäden zu einer Fläche von gehöriger Breite neben einander ordnet. In diesem Zustande nimmt ferner die Kette ihren Weg durch das Geschirr (die Schäfte) und durch die Lade nach der Liegbank hin, welche hier derjenige Theil ist, den man an andern Weberstühlen Brustbaum nennt. In dem Raume zwischen der Lade und der Liegbank geschieht das Einschießen der Eintragfäden mittelst kleiner Schnellschützen, welche (für jedes Band eine) an der Lade angebracht sind, und alle zugleich durch einen Mechanismus in Bewegung gesetzt werden. Nach jedem Einschusse schlägt die Lade mittelst des in ihr befindlichen Blattes oder Rietkammes den zuletzt durchgeschossenen Faden mehr oder weniger dicht (was sich nach Bedarf reguliren läßt) an den vorhergehenden an. Auf diese Weise bildet sich aus jeder Kette ein Band. Dieses geht dann durch einen Spalt der Liegbank hinab, nimmt seinen Weg nach dem hinteren Theile des Stuhles, und wird dort auf eine Spule aufgewickelt. Gewichte bewirken eine fortwährende Anspannung der Ketten sowohl als der Bänder, wobei die Einrichtung so getroffen ist, daß der Weber nur von Zeit zu Zeit ein Mal nöthig hat, die Ketten nachzulassen und die Bänder aufzuwickeln. Es ist schon oben gesagt worden, daß die Bewegung aller Theile am Mühlstuhle durch Umdrehung einer Welle hervorgebracht wird. Diese liegt horizontal, hat ein Schwungrad und wird, sofern nicht Wasser oder Dampf die Triebkraft ist, vom Weber mittelst der vorn befindlichen Treibstange in Gang gesetzt. Eine Hand reicht im Nothfalle hin, um die größte Bandmühle zu bewegen.

Die Arbeit der Bandmühle geht sehr schnell von Statten, und ein Arbeiter kann darauf in einem Tage von 50 bis zu 600 oder 700 Ellen weben, je nach der Art und Breite des Bandes und der Anzahl der Läufe.

Außer den Bandmühlen werden zum Weben der Bänder zuweilen auch die sogenannten Schubstühle und, jedoch weit seltener, Handstühle angewendet. Beide stimmen mit den gewöhnlichen Weberstühlen darin überein, daß der Weber durch Treten die Schäfte in Bewegung setzt, und zum Anschlagen die Lade unmittelbar mit der Hand regiert; aber der Schubstuhl ist dadurch dem Mühlstuhle ähnlich, daß mehrere Bänder zugleich darauf angefertigt werden, wogegen auf dem Handstuhle nur ein einziges Band gewebt wird. Man gebraucht den Handstuhl nur bei den allerbreitesten Bändern, die mit besonderer Sorgfalt gearbeitet werden sollen.

Barchent. Ein ganz baumwollenes oder aus leinener Kette und baumwollenem Einschuß verfertigtes Gewebe mit verschiedenen Arten von Köper. Man unterscheidet glatten und rauhen Barchent; der letztere ist auf der einen Seite — wo vorzugsweise die dicken und weichen Einschußfäden auf der Oberfläche liegen — durch Aufkratzen rauh (haarig) gemacht, was entweder mittelst Kardendisteln aus freier Hand oder mit einer Rauhmaschine geschieht. Baumwollener Biber ist ein barchentähnlicher, aber sehr dicker und auf beiden Seiten gerauhter, daher einem groben langhaarigen Tuche im Ansehen etwas verwandter Stoff.

Barilla. Eine Sorte roher Soda, die durch Verbrennen und Einäschern der Salsola soda gewonnen wird, welche man in Spanien, Sizilien, Sardinien und anderen südlichen Ländern eigens zum Zweck der Sodagewinnung anbaut. Das Nähere ist in dem Artikel Soda nachzusehen.

Baryt. Ist das zur Gruppe der Alkalien gehörende Oxyd des Baryums. Im reinen, wasserfreien Zustande gewinnt man ihn durch glühende Zersetzung des reinen salpetersauren Baryts in einem bedeckten Platintiegel, wobei die Salpetersäure zerstört wird. Das salpetersaure Salz wird entweder durch Auflösen des als Mineral (Witherit) vorkommenden kohlensauren Baryts, oder des durch Glühen von Schwerspath mit Kohle dargestellten Schwefelbaryums, in Salpetersäure und mehrmaliges Umkrystallisiren dargestellt. Wohlfeiler, obgleich unrein, erhält man den Baryt durch scharfes Glühen eines Gemenges von kohlensaurem Baryt mit Kohle.

Der durch Glühen des salpetersauren Salzes gewonnene Baryt bildet ein graues erdiges Pulver von scharfem ätzendem Geschmack, welches mit Wasser besprengt sich heftig erhitzt und zu weißem Hydrat löscht. Dasselbe ist in kaltem Wasser schwer, in heißem Wasser ziemlich leicht löslich und bildet eine stark alkalisch reagirende Lauge, aus welcher beim Erkalten die größte Menge des Barythydrates auskrystallisirt. Doch bleibt $^1/_{20}$ vom Gewicht des Wassers Baryt gelöst, und bildet so das Barytwasser.

Das krystallisirte Hydrat gewinnt man am leichtesten, wenn Schwefelbaryum in kochendem Wasser gelöst, und durch Kochen mit Kupferoxyd zersetzt wird, wobei sich die Bestandtheile zu Schwefelkupfer und Baryumoxyd austauschen, welches letztere im heißen Wasser gelöst bleibt und vom Schwefelkupfer abfiltrirt werden kann; worauf beim Erkalten der Flüssigkeit Barythydrat auskrystallisirt. Dieses Hydrat enthält 61 Procent Wasser, von welchem beim Austrocknen 50 Theile verdampfen; worauf dann aber selbst durch starke Glühhitze, wobei das Hydrat zum Schmelzen kommt, kein Wasser mehr ausgetrieben werden kann.

Unter den Verbindungen des Baryts ist die mit der Schwefelsäure die wichtigste, nicht nur, weil sie als Mineral (Schwerspath) ziemlich häufig vorkommt, sondern auch, weil sie bei chemischen Arbeiten, wo Baryt als Reagens gebraucht wird, entsteht. Da nämlich diese Verbindung im Wasser und in Säuren völlig unauflöslich ist, so entsteht sie jedes Mal, wenn man zu einer Schwefelsäure haltenden Flüssigkeit irgend ein auflösliches Barytsalz hinzusetzt, in Gestalt eines weißen Niederschlags, so daß die kleinsten Antheile von Schwefelsäure durch Baryt angezeigt, und selbst der Menge nach bestimmt werden können. Der Schwerspath wird in der Technik sehr häufig zum Versetzen des Bleiweißes angewendet. Das salpetersaure Salz dient in der Feuerwerkerei zum grünen Feuer. M. s. Feuerwerk.

Innerlich genossen, soll der Baryt giftige Wirkungen hervorbringen.

Bassorin (Pflanzenschleim), nach dem Bassoragummi so genannt, von welchem es den wesentlichen Bestandtheil bildet. Man gewinnt es aus dem Bassoragummi durch längeres Einlegen in kaltes Wasser, in welchem sich die übrigen Bestandtheile unter Zurücklassung des Bassorins auflösen. Es steht in seinen Eigenschaften dem Gummi sehr nahe, unterscheidet sich aber durch seine Unauflöslichkeit im Wasser, worin es zu einer schleimigen Masse aufquillt, ohne aber eine filtrirbare Auflösung zu bilden, welches letztere beim Gummi der Fall ist. Das Bassorin im trocknen Zustande ist halbdurchsichtig, gelblich, zähe, schwer zu pulverisiren, fast geschmack- und ganz geruchlos. In verdünnten Säuren ist es unauflöslich, es bildet durch Digestion mit verdünnter Salpetersäure etwa 23 Prozent Schleimsäure, also viel mehr als arabisches Gummi.

Dasselbe kommt ferner als Hauptbestandtheil des Traganths, ferner im Pflaumen-, Kirsch- und Aprikosenbaumgummi, in mehreren Schleim-

harzen, im Salep und auf der Oberfläche mehrerer Samen, z. B. der Quittenkerne, vor.

Die durch Aufquellen des Bassoragummi und des Traganthes gebildete schleimige Flüssigkeit wird als Klebmaterial benutzt.

Bast. Der bekannte faserige Stoff, welcher zwischen der Rinde der Bäume und der holzartigen Masse derselben (zunächst außerhalb des sogenannten Splintes) liegt, und dieselbe ringartig umschließt. Manche Baumgattungen enthalten Bast von besonders langfaseriger und sehr geschmeidiger Beschaffenheit, wie z. B. die Linde; von diesem werden Stricke gedreht, Matten und sogar Schuhe und Hüte geflochten, ꝛc. Auch die einjährigen Pflanzen enthalten Bast, aber oft in einer äußerst zarten, kaum bemerkbaren Schicht; ausgezeichnet in Menge und Trefflichkeit ihres Bastes sind die Lein- und Hanfpflanze, welche uns dadurch Flachs und Hanf als unschätzbare Spinnstoffe liefern. — Unter dem Namen Basthüte kommt eine Art Hüte vor, deren Fabrikation im südlichen Europa, namentlich in Italien, einheimisch ist, und welche diese Benennung mit Unrecht führen, da sie keineswegs aus Bast, sondern aus schmalen und sehr dünnen Streifchen Weidenholz bestehen. Diese Streifchen werden mittelst einfacher Werkzeuge dargestellt, wie Stroh zu Bändern geflochten, aus welchen man dann die Hüte bildet, indem man sie entweder gleich den Bändern der Strohhüte zusammennäht oder auch nur (und dieß ist das Ueblichste) durch Ineinanderschieben ihrer zackigen Ränder verbindet.

Batist. Ein aus Flachsgarn gewebter glatter Stoff, welcher feiner und klarer (loser) ist als Leinwand, und in seinen feinsten Sorten das kostbarste Erzeugniß der Leinenweberei darstellt. Seine Anwendung zu Damenkleidern und Taschentüchern gehört zu den bekannten Dingen. Wohlfeilere Nachahmungen des echten (leinenen) Batistes sind der Kambrik und der schottische Batist, welche aus Baumwollengarn erzeugt werden.

Baumöl, s. Oele, fette.

Baumwachs. In verschiedenen Pflanzen kommen feste Fette vor die sich zum Theil der Konsistenz des Wachses, zum Theil der des Talges nähern, und unter welchen wir nur eins, den Piney-Talg, erwähnen wollen. Man gewinnt denselben auf der Küste Malabar durch Auskochen der Früchte von Vateria indica. Er steht in Konsistenz etwa in der Mitte zwischen Wachs und Talg, und scheint fast reines Stearin zu sein. Er wird zu Lichten gebraucht, brennt aber schlecht, da er den Docht bald mit einer dicken kohligen Schnuppe überzieht.

Baumwolle. Unter diesem Namen kommt als Spinn- und Webematerial der faserige Flaum vor, welcher die Samenkörner der Baumwollpflanze (Gossypium) in deren Kapseln einhüllt. Dieses in den wärmeren Erdstrichen einheimische Gewächs gehört nach dem Linné'schen Systeme in die Ordnung Polyandria der Klasse Monadelphia. nach dem natürlichen Systeme zur Familie der Malvaceen. Die Frucht desselben ist eine drei-, vier- oder fünffächerige Kapsel, ungefähr von dem Umfange einer grünen Wallnuß oder eines kleinen Apfels, welche in jedem Fache drei bis acht graue, braune oder schwarze Samenkörner von der Größe einer Wicke oder kleinen Erbse enthält; die Wollfasern sitzen mit einem ihrer Enden mehr oder weniger fest an den Körnern, und bilden ein lockeres, elastisches Bällchen, welches zum Theil herausquillt, wenn die

Kapsel zur Zeit der Reife sich öffnet. Die Botaniker führen mehr als ein Dutzend Arten der Baumwollpflanze auf, sind aber in deren Unterscheidung ziemlich unsicher, wie dieß bei Gewächsen, die durch uralte Kultur mannichfache Modifikationen erlitten haben, gewöhnlich sich ereignet. Die angebauten Arten oder Varietäten sind theils einjährige oder zweijährige Stauden von 1 bis 5 Fuß Höhe, theils perennirende Sträucher, welche bis 10 und selbst 15 Fuß hoch wachsen, theils endlich zehn- bis zwanzigfüßige Bäume.

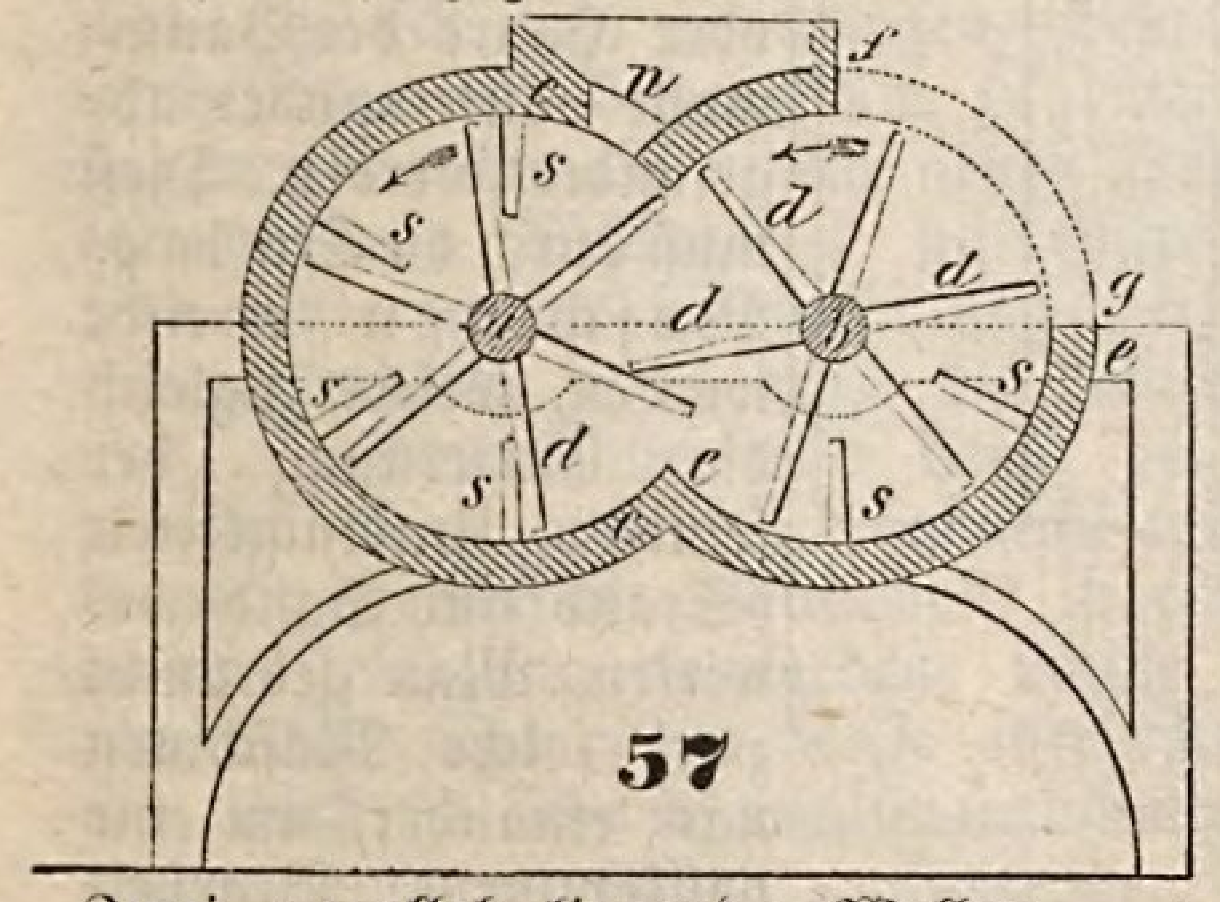
Die beim Einsammeln aus den Kapseln genommene Baumwolle wird an den Erzeugungsorten selbst durch eigene Maschinen, welche von verschiedener Einrichtung sind, von den Samenkörnern befreit, dann in Säcke von grober starker Leinwand gefüllt, unter kraftvollen Pressen möglichst stark zusammengedrückt und mit Stricken umschnürt. Die großen und festen Ballen, welche auf solche Weise entstehen, enthalten 250 bis 500 und mehr Pfund, die nordamerikanischen durchschnittlich etwa 400 Pfund.

Die Farbe der Baumwolle ist gewöhnlich weiß (oft mit einem schwachen Stiche in's Gelbliche, Röthliche oder Bläuliche); eine Ausnahme macht die Nanking-Baumwolle, von Gossypium religiosum, welche die braungelbe Farbe des aus ihr verfertigten echten Nankings hat, und in Ostindien und China gezogen wird. An Länge, Dicke, Geschmeidigkeit und Festigkeit sind die Fäserchen bei den mannichfaltigen Sorten sehr verschieden; als geringste Länge unversehrter Fasern kann man $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll, als größte $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Zoll annehmen. Das Haar ist nicht rund, sondern bandartig plattgedrückt und dabei oft rinnenartig der Breite nach aufgerollt, auch schraubenartig gedreht; seine Breite beträgt $\frac{1}{2500}$ bis $\frac{1}{600}$ Zoll, seine Dicke $\frac{1}{6000}$ bis $\frac{1}{3000}$ Zoll. Diese im Allgemeinen sehr bedeutende Feinheit in Verbindung mit der schwach gekräuselten Gestalt ihrer Fasern macht die Baumwolle zur Darstellung feiner und gleichförmiger Gespinnstfäden vorzugsweise geeignet, so daß in der That aus keinem andern Material Garne von so vollendeter Vollkommenheit bis jetzt produzirt werden. Die gesammte Menge der auf der ganzen Erde jährlich produzirten Baumwolle wird gegenwärtig auf etwa 3,000.000 Ballen oder 1200 Millionen engl. Pfund zu schätzen sein, wovon Nordamerika wenigstens drei Viertel liefert. Nach dem Durchschnitte der fünf Jahre 1845 bis 1849 führte das britische Reich — bekanntlich der Hauptsitz der Baumwollverarbeitung — jährlich 1,570,492 Ballen (etwa 630 Millionen Pfund) ein, nämlich aus Nordamerika 1,237,619 Ballen, aus Ostindien 179,852, aus Brasilien 99,137, aus Egypten 44,918, aus andern Ländern 8966. Im Jahre 1850 betrug die Einfuhr aus Nordamerika 1,181,956 Ballen, aus andern Ländern 565,534, zusammen überhaupt 1,747,490 (etwa 700 Millionen Pfund). Die beste und theuerste aller Baumwollsorten ist die Sea-Island oder lange Georgia (von den Inseln, welche im atlantischen Meere an der Küste des nordamerikanischen Staates Georgien liegen); auf sie folgen in absteigender Ordnung — um nur einige der gebräuchlichsten Gattungen anzuführen — Egyptische, Pernambuko, Demerara und Berbice, Neu-Orleans, kurze Georgia (Upland-Georgia), Bahia, Westindische, Ostindische. Eine alle Gattungen umfassende strenge Rangordnung festzusetzen, ist unmöglich, weil aus jedem Lande oder jeder Gegend Partien von sehr verschiedenem Werthe in den Handel kommen.

Baumwollspinnerei. Die Baumwolle befindet sich in den Samenkapseln der Pflanze (s. den vorstehenden Artikel) in einem Zustande großer Lockerheit und Reinheit, und würde demnach wenig Schwierigkeiten dem Verspinnen entgegensetzen, wenn man sie unmittelbar von der Ernte weg

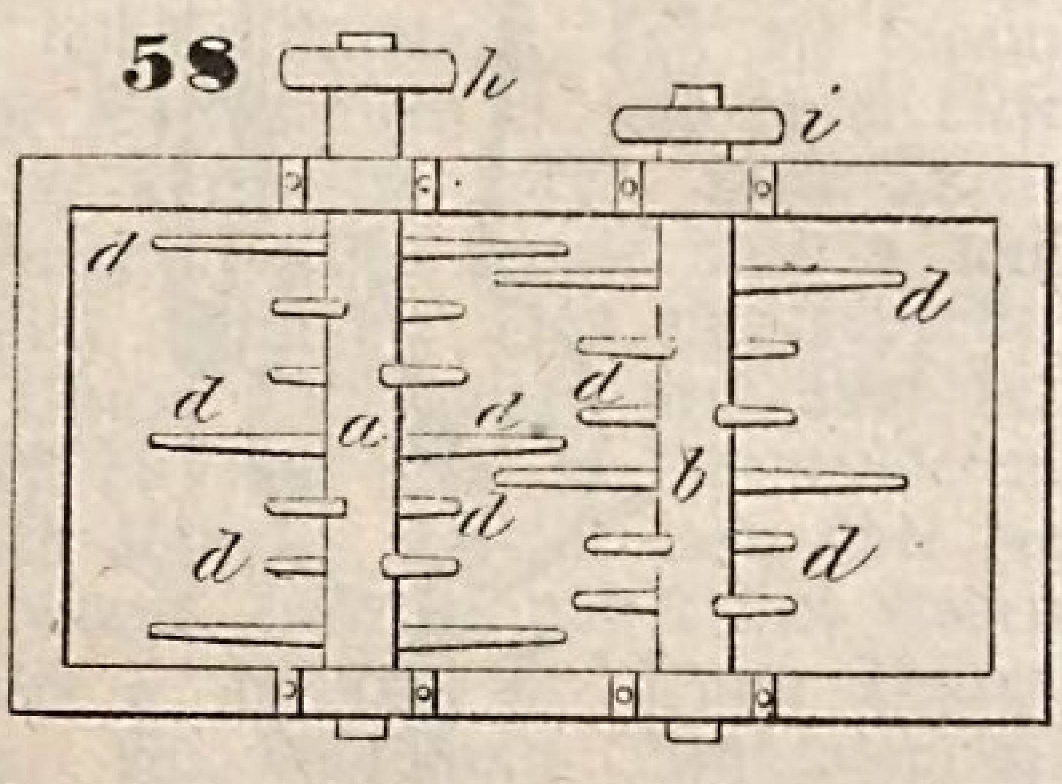
verspinnen könnte, und nicht einerseits bei der Einsammlung selbst, sowie nachher bei Absonderung der Samen mannichfaltige Unreinigkeiten zwischen die Fasern kämen, andererseits aber das starke Zusammenpressen beim Verpacken die Bildung dichter, mehr oder weniger schwer aufzulösender Klumpen und Flocken zur Folge hätte. Wenn die Baumwolle in die Spinnerei kommt, muß sie daher zunächst wieder aufgelockert und zugleich von Staub, Sand, Erde, Blättern, Bruchstücken der Samenkapseln und Samenkörner ꝛc. gereinigt werden. Hierzu bedient man sich zweierlei Arten von Maschinen, nämlich des sogenannten Willow, mit welchem die Auflockerung und Reinigung angefangen wird, und der Schlagmaschinen, womit man sie bis zu einem gewissen Grade beendigt.

Der Willow (auch Wolf genannt) besteht aus einem hölzernen Gehäuse, in welchem sich eine zylindrische, 2 bis 3 Fuß im Durchmesser haltende Trommel mit großer Geschwindigkeit um ihre Achse dreht. Sowohl der Umkreis der Trommel, als das Innere des Kastens ist mit mehreren Reihen eiserner Zapfen oder langer Stifte besetzt, welche die Baumwolle fassen, die Flocken derselben auseinander ziehen, und die groben und schweren Unreinigkeiten herausschütteln. Letztere fallen sodann durch ein Gitter, welches im Boden des Gehäuses angebracht ist. Die Trommel läuft 300- bis 600 Mal in einer Minute um; die Baumwolle wird aber nur wenige Minuten lang ihrer Wirkung ausgesetzt. — In Spinnereien, welche hauptsächlich grobe und unreine Baumwollsorten verarbeiten, wird häufig der von Lillie zu Manchester erfundene selbstthätige (die Baumwolle stetig selbst einführende) konische Willow angewendet, bei welchem die Trommel und das Gehäuse oder der Mantel eine abgestutzt-kegelförmige Gestalt haben. Die Trommel ist 6 Fuß lang, hat an dem einen Ende 1¾ Fuß, am andern Ende 4 Fuß Durchmesser und macht 400 bis 600 Umdrehungen in der Minute. Der Mantel ist damit konzentrisch. Die Baumwolle wird am engen Ende desselben eingeführt und kommt am weiten Ende wieder heraus, wo sie zugleich durch einen Ventilator und durch ein Drahtsieb von Staub gereinigt wird. — Fig. 57 ist der senkrechte Durchschnitt einer statt des Willow anzuwendenden, in Amerika erfundenen und unter dem Namen Whipper gebräuchlichen Maschine; Fig. 58 ein Grundriß derselben nach Abnahme des Deckels.



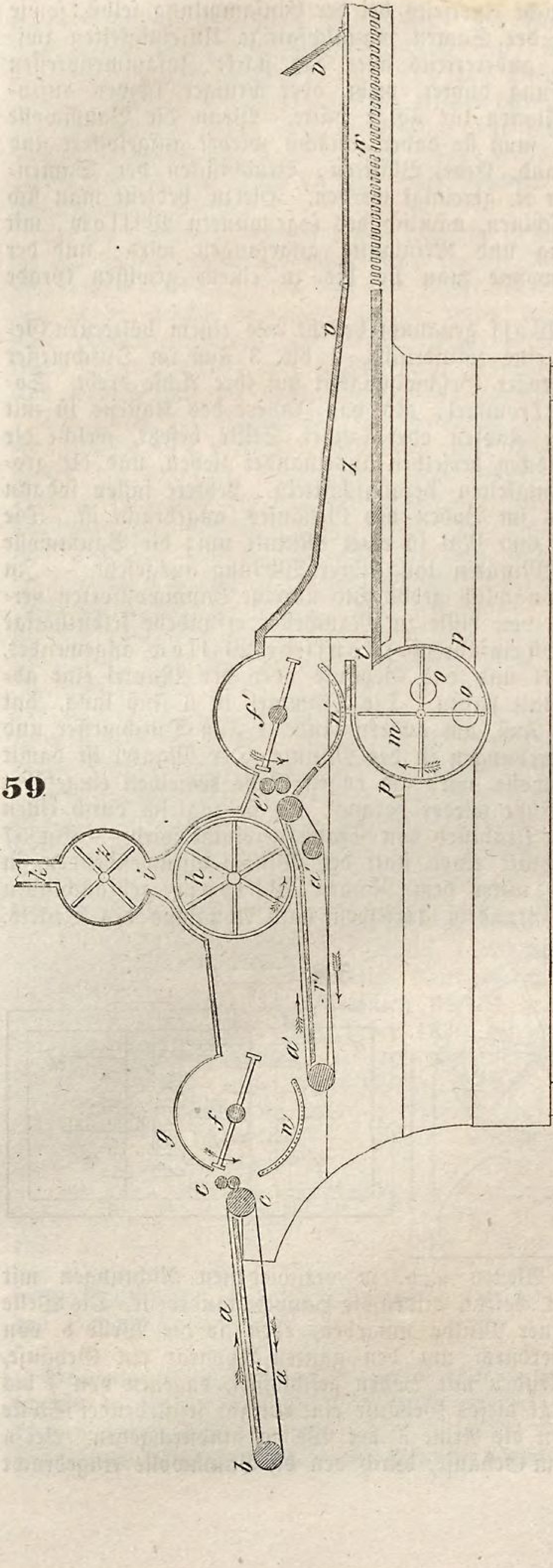
57

58



Zwei parallel liegende Wellen a, b, in verschiedenen Richtungen mit Armen oder Speichen d, d, besetzt, bilden die Hauptbestandtheile. Die Welle a ist von c bis c mit einer Mulde umgeben, eben so die Welle b, von e bis e; es entsteht hierdurch um den ganzen Apparat ein Gehäuse, welches auch an beiden Enden mit Böden geschlossen, dagegen von f bis g offen ist. Innerlich trägt dieses Gehäuse eine Anzahl feststehender Stöcke wie s, s, zwischen welchen die Arme d der Wellen hindurchgehen. Bei n befindet sich ein Spalt im Gehäuse, durch den die Baumwolle eingebracht

59



wird. Die umlaufenden Speichen der Welle a ergreifen dieselbe sogleich, führen sie mit sich herum und zertheilen sie durch das Begegnen mit den Stöcken s. Die Speichen der Welle b nehmen sie dann in Empfang, bearbeiten sie auf gleiche Weise und werfen sie schließlich zu der Oeffnung f g heraus. h und i (Fig. 58) sind die Riemen-Scheiben zum Betriebe der beiden Wellen, von welchen a etwa 1600, b hingegen 1800 Umdrehungen in einer Minute macht. Die Wellen haben 1½ bis 3 Zoll Durchmesser, ihre Speichen d messen 6 bis 8 Zoll in der Länge.

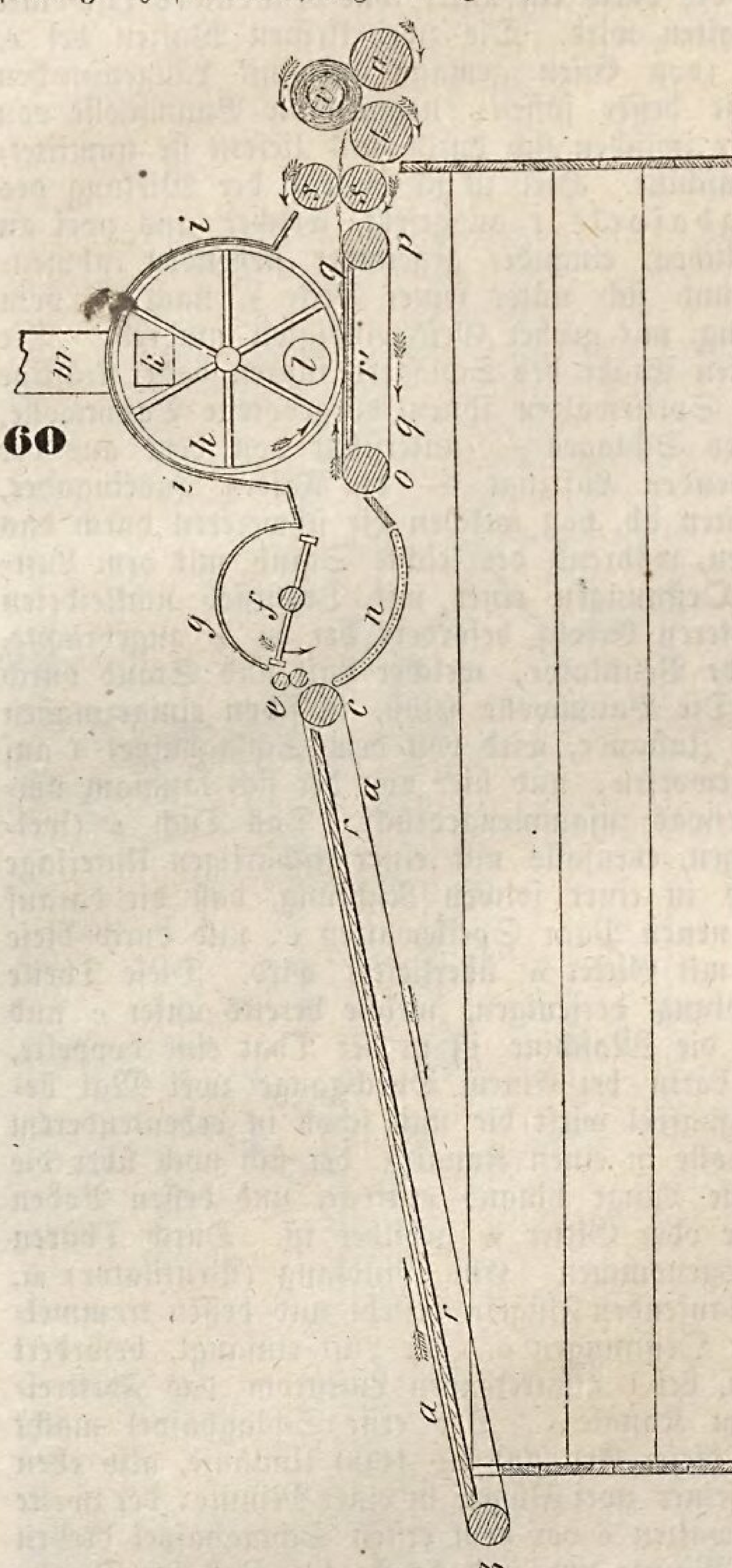
Die Auflockerung, welche der Willow oder der Whipper zu Stande bringt, erstreckt sich hauptsächlich auf die Zertheilung der Klumpen und Flocken, geht aber nicht so weit, daß die einzelnen Fasern oder Haare der Baumwolle von einander abgesondert werden. Dieß muß durch die Schlag-Maschinen erreicht werden, welche zugleich die Entfernung der feinen Unreinigkeiten (Staub und Sand) bewirken. Man gebraucht zwei solche Maschinen nach einander, um eine vollkommene Bearbeitung zu erlangen. Die erste Schlagmaschine, gewöhnlich Putzmaschine genannt, ist durch Fig. 59 im senkrechten Längen-Durchschnitte vorgestellt mit

Weglassung des Räderwerkes und der Riemenscheiben, durch welche die Bewegung der einzelnen Theile hervorgebracht wird. Sie ist ungefähr 18 oder 19 Fuß lang, und 3 Fuß innerhalb des Gestelles breit. Das Gestell ist aus einem gußeisernen Gerippe gebildet, dessen Oeffnungen mit Brettern verschalt sind, so daß es einen verschlossenen Kasten darstellt, in welchem Oeffnungen nur dazu angebracht sind, um die rohe Baumwolle einzuführen, die bearbeitete herauszunehmen und den Staub wegzuschaffen, welcher sich am Boden ansammelt. Die Einführung der Baumwolle geschieht mittelst eines Tuches ohne Ende (Speisetuch) a a, welches über die beiden beständig umgehenden Walzen b, c ausgespannt ist, und durch diese eine zirkulirende Bewegung nach der von den Pfeilen ausgedrückten Richtung empfängt. Eine Person breitet die Baumwolle auf dem obern Theile dieses Tuches aus, der durch ein unter ihm befindliches Tischblatt r getragen und flach erhalten wird. Die zwei kleinen Walzen bei e, Speisewalzen genannt (von Eisen gemacht und mit Längenfurchen rundum versehen, damit sie besser fassen), nehmen die Baumwolle von dem Tuche a auf, ziehen sie zwischen sich durch, und liefern sie unmittelbar in das Innere der Maschine. Hier ist sie sogleich der Wirkung des Schlägers oder Schlaghaspels f ausgesetzt, welcher aus zwei an einer eisernen Welle befindlichen, einander gegenüber stehenden rahmenartigen Flügeln besteht, und sich unter seiner Decke g, nach der vom Pfeile angedeuteten Richtung, mit großer Geschwindigkeit umdreht. Die äußeren, zur Welle parallelen Stäbe des Schlägers führen daher kräftige Streiche auf die von den Speisewalzen ihnen dargebotene Baumwolle, treiben durch die Kraft des Schlages — unterstützt von dem aus der schnellen Bewegung entstehenden Luftzuge — die Fasern auseinander, und sondern die Unreinigkeiten ab, von welchen die schwereren durch das bogenförmige Gitter n fallen, während der leichte Staub mit dem Luftstrome durch die kleinen Oeffnungen einer mit Drahtsieb umkleideten Trommel h entweicht. Letzteren Erfolg befördert der in z angebrachte, äußerst rasch sich umdrehende Ventilator, welcher Luft und Staub durch den Kanal i, k fortreißt. Die Baumwolle selbst, in schon einigermaßen gelockertem und gereinigtem Zustande, wird von dem Schlaghaspel f auf ein zweites Speisetuch a' geworfen, und hier von der sich langsam umdrehenden Siebtrommel h etwas zusammengedrückt. Das Tuch a' (welches, um sich nicht einzubiegen, ebenfalls mit einer tischartigen Unterlage r' versehen ist) bewegt sich in einer solchen Richtung, daß die darauf liegende Baumwolle einem neuen Paar Speisewalzen e', und durch diese einem neuen Schläger f' mit Gitter n' überliefert wird. Diese Theile sind eine getreue Wiederholung derjenigen, welche bereits unter e und f vorgekommen sind; denn die Maschine ist in der That eine doppelte, und die Baumwolle wird darin bei Einem Durchgange zwei Mal bearbeitet. Der zweite Schlaghaspel wirft die nun schon in bedeutenderem Grade aufgelockerte Baumwolle in einen Kanal x, der sich noch über die in der Zeichnung angegebene Länge hinaus erstreckt, und dessen Boden zum Theil aus einem Roste oder Gitter w gebildet ist. Durch Thüren v, v wird sie sodann herausgenommen. Ein Windfang (Ventilator) m, welcher aus vier schnell umlaufenden Flügeln besteht und dessen trommelförmiges Gehäuse p p durch Oeffnungen o, o die Luft einsaugt, befördert durch den von ihm erregten, bei t austretenden Luftstrom das Forttreiben der Baumwolle in dem Kanale x. Der erste Schlaghaspel macht bei verschiedenen Maschinen dieser Art 900 bis 1600 Umläufe, also eben so viele Schläge mit jedem seiner zwei Flügel, in einer Minute; der zweite 1100 bis 1900. Die Speisewalzen e vor dem ersten Schlaghaspel drehen sich z. B. acht Mal in der Minute um, und da sie 1½ Zoll im Durch-

messer haben, so führen sie während dieser Zeit 37.7 Zoll der auf dem Speisetuche ausgebreiteten Baumwolle in die Maschine ein, auf welche bei einer mittleren Geschwindigkeit des Schlaghaspels von 1200 Umläufen 2400 Streiche (nahe 64 auf einen Zoll Länge) fallen. Doch sind die Geschwindigkeitsverhältnisse sehr vielen Abänderungen unterworfen, wie denn auch in Nebenpunkten die Konstruktion der Maschine mannichfaltig modifizirt vorkommt. Zuweilen gebraucht man Schlagmaschinen mit drei, sogar vier hintereinander angebrachten Schlaghaspeln.

Die zweite Schlagmaschine wird gewöhnlich Wattenmaschine oder Ausbreitmaschine genannt, weil sie die Baumwolle nicht nur ferner auflockert und reinigt, sondern dann auch sogleich in eine wattenförmige zusammenhängende Fläche verwandelt und diese auf einen hölzernen Zylinder wie ein Stück Zeug aufrollt, damit sie in dieser Gestalt bequem der Kratzmaschine vorgelegt werden kann. — Einen senkrechten Längendurchschnitt der Wattenmaschine stellt Fig. 60 vor. Die Breite derselben beträgt 18, 24 oder 36 Zoll, je nachdem darauf Watten für 18, 24 oder 36 Zoll breite Kratzmaschinen bereitet werden sollen. Die Abbildung zeigt in a a das endlose Speisetuch, welches über die hölzernen Zylinder b, c gelegt und mit seinem Tische r versehen ist; in e die beiden Speisewalzen; in f den Schläger mit dem Gitter n darunter und der Decke g darüber; in h die Siebtrommel mit ihrem Tuch ohne Ende q, welches um die Walzen o, p zirkulirt, und dessen Tisch r′. Alle diese Theile stimmen wesentlich mit jenen der ersten Maschine überein. In dem Gehäuse i i, von welchem die Siebtrommel umschlossen ist, befindet sich an jedem Ende eine Klappe wie l, um durch dieselbe den innerhalb der Trommel angesammelten Staub zu entfernen, und eine andere Oeffnung wie k, durch welche der feinste Staub mit dem Luftzuge durch

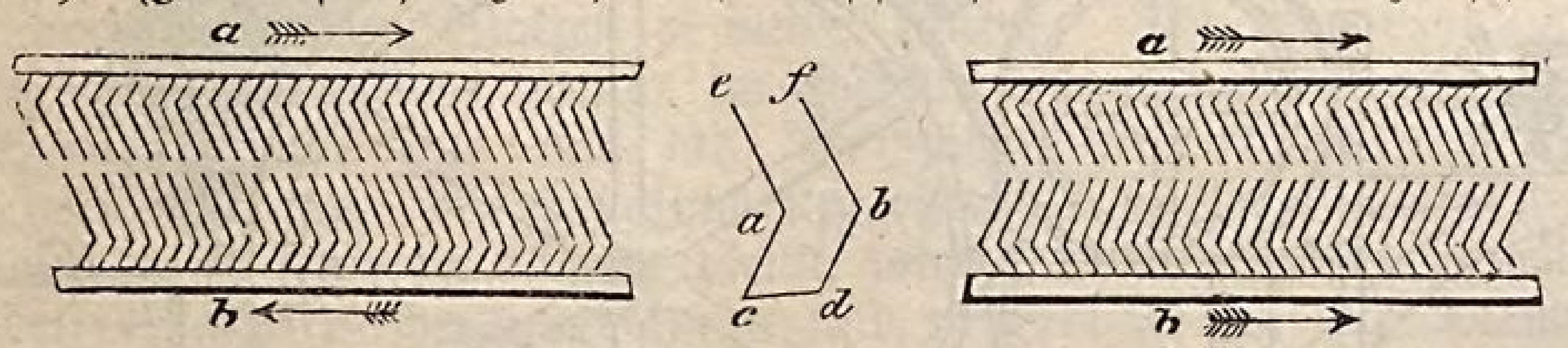
60



den Schornstein m fortgerissen wird. Der diesen Luftzug mit anregende Ventilator ist oberhalb in einem Behältnisse angebracht, in welches die beiden Schornsteine einmünden. Die auf dem Tuche q unter der Siebtrommel h herauskommende Baumwolle wird zwischen zwei gußeiserne Zylinder s, s gefaßt, zu einer Art dicker Watte zusammgepreßt, und in dieser Gestalt auf die dünne hölzerne Walze v aufgerollt, welche durch die Reibung der beiden umgehenden Walzen t, u fortdauernd ihre Drehung empfängt, während sie zufolge der Bewickelung allmälig dicker wird und sich hebt. Damit die Aufwickelung der Watte recht fest geschieht, ruht die Walze v auf t und u mit starkem, durch angehängte Gewichte hervorgebrachtem Drucke. Die Dicke der Watte, welche auf dieser Maschine erzeugt wird (d. h. ihr Gewicht bei bestimmter Länge) muß auf das Genaueste regulirt werden, weil von ihr großentheils die Feinheit der Bänder, welche nachher die Kratzmaschine liefert, so wie selbst jene des Vorgespinnstes (also auch des schließlich hervorgehenden Garns) abhängt: je feineres Gespinnst man beabsichtigt, desto dünner muß schon die Watte angefertigt werden. Der Schlaghaspel macht gewöhnlich 1100 bis 1500 Umdrehungen in 1 Minute. Auch die Wattenmaschine wird oft mit zwei, drei oder vier Schlaghaspeln versehen.

In manchen Spinereien wird die Putzmaschine (S. 118) gar nicht, sondern statt derselben sogleich eine Wattenmaschine mit mehreren Schlägern angewendet, mithin die Baumwolle entweder nur auf dieser einen Maschine vorbereitet, oder von der ersten Wattenmaschine auf eine zweite Wattenmaschine gebracht. Im letzteren Falle ist es gewöhnlich, der zweiten Maschine zwei bis vier jener Wickel, welche von der ersten Maschine herkommen, in der Art zugleich vorzulegen, daß diese Watten auf einander liegend als ein Ganzes eingeführt und verarbeitet werden. Ein solches Doubliren der Watte gewährt den Vortheil, daß dünnere und dickere Stellen sich gegenseitig ausgleichen, folglich eine gleichmäßigere Austheilung der Baumwolle auf dem von ihr eingenommenen Flächenraume erzielt wird, was für die Folge eine größere Gleichförmigkeit des Gespinnstfadens herbeiführen hilft.

Das Kratzen oder Krempeln ist die nun zunächst folgende Arbeit. Es sollen dadurch die Baumwollfasern noch mehr von einander getrennt, und zugleich gerade ausgestreckt, parallel gelegt werden, während sie auf der Schlag- und Wattenmaschine unregelmäßig durch einander geworfen worden sind. Das mechanische Mittel, durch welches die erwähnte regelmäßige Anordnung der Baumwollfasern erreicht wird, sind die Kratzen (Krempeln), über deren Beschaffenheit ausführlicher im Artikel Kratzen gesprochen wird. Hier sei nur angeführt, daß man unter dem Namen Kratzen oder Kratzenbeschlag Stücke dicken Leders versteht, welche dicht mit kleinen Häkchen von dünnem Eisendrahte besetzt sind. (s. Fig. 61 und 62.) Jedes solche Häkchen ist doppelt, wie die kleine zwischen Fig.

61  62

61 und 62 stehende Abbildung zeigt. c a e und d b f sind die beiden Häkchen, deren Biegung bei a und b stumpfwinkelig ist. Der mittlere Theil c d des Drahtes, welcher beide Häkchen mit einander verbindet, bleibt hinterhalb des Leders, in welches man durch feine dazu gemachte Löcher die Häkchen selbst einsteckt. In der Kratzmaschine sind die Beschläge auf zylindrischen und ebenen Holzflächen aufgezogen, durch deren verschiedene Bewegung die Wirkung hervorgeht, welche man auf die Baumwolle hervorbringen will. Es seien in Fig. 61 a und b zwei mit

Kratzen bezogene Oberflächen, deren Häkchen oder Zähne nach entgegengesetzten Richtungen geneigt stehen, und mit ihren Spitzen einander sehr nahe sind, jedoch ohne sich zu berühren. Man denke sich eine Flocke Baumwolle zwischen a und b gebracht dabei a in der Richtung des Pfeiles fortschreitend, b aber in entgegengesetzter Richtung bewegt, oder auch stillstehend. Es ist klar, daß unter diesen Umständen jede der beiden Kratzen die Baumwollfasern oder Haare fassen muß; die Kratze a zieht dieselben fort, während b sich bestrebt, sie zurückzuhalten, oder gar in entgegengesetzter Richtung mitzunehmen. Wenn diese Einwirkung oft wiederholt wird, so ist die Folge davon, daß nach und nach jedes Haar in gerader Richtung ausgestreckt wird, also alle Haare eine parallele Lage annehmen. Man nehme nun ferner an, dieser Erfolg sei mehr oder weniger erreicht, und die Baumwolle befinde sich in den Zähnen einer Kratze a (Fig. 62), welche man sich stillstehend, oder nach der Richtung des Pfeils, oder auch umgekehrt bewegt, vorstellen kann. Eine zweite Kratze b habe eine Bewegung nach Angabe des Pfeils, aber bedeutend schneller als jene von a. Unter diesen Umständen muß b die Baumwolle mit sich nehmen, welche a leicht fahren läßt, weil sie in der Richtung herausgezogen wird, wohin die Häkchen stehen. Hiermit ist das Mittel gegeben, die Baumwolle von einem Bestandtheile der Maschine abzunehmen, um sie einem anderen zu überliefern.

Nach diesen vorläufigen Betrachtungen über die Wirkungsart der Kratzen wird sich die Konstruktion und der Effekt der Kratzmaschinen leicht erklären lassen. Obenhin betrachtet, besteht eine Kratzmaschine aus zwei oder mehreren, ringsum mit Kratzen überzogenen Zylindern, und aus einer Reihe schmaler flacher, ebenfalls mit Kratzen bekleideter Holzstücke (sogenannte Kratzdeckel), welche vereinigt die größte der Walzen, die sogenannte Trommel, gleich einem bogenförmigen Dache umgeben. Einige Kratzmaschinen bestehen nur aus Walzen, indem sie statt der erwähnten flachen und unbeweglichen Kratzdeckel mehrere kleine Kratz-Zylinder enthalten; solche werden jedoch meist nur zur Bearbeitung grober Baumwollsorten (und der Schafwolle) angewendet. In den Spinnereien, wo man feine Garne verfertigt, wird die Baumwolle durchgehends zwei Mal gekratzt, indem man sie zuerst auf der Vorkratze und sodann auf der Feinkratze bearbeitet. Diese beiden Maschinen sind nach der jetzt meistentheils vorkommenden Konstruktion durch nichts weiter von einander verschieden, als daß die Garnitur (der Beschlag) der Feinkratze aus feineren und enger beisammen stehenden Drahthäkchen gebildet ist.

63

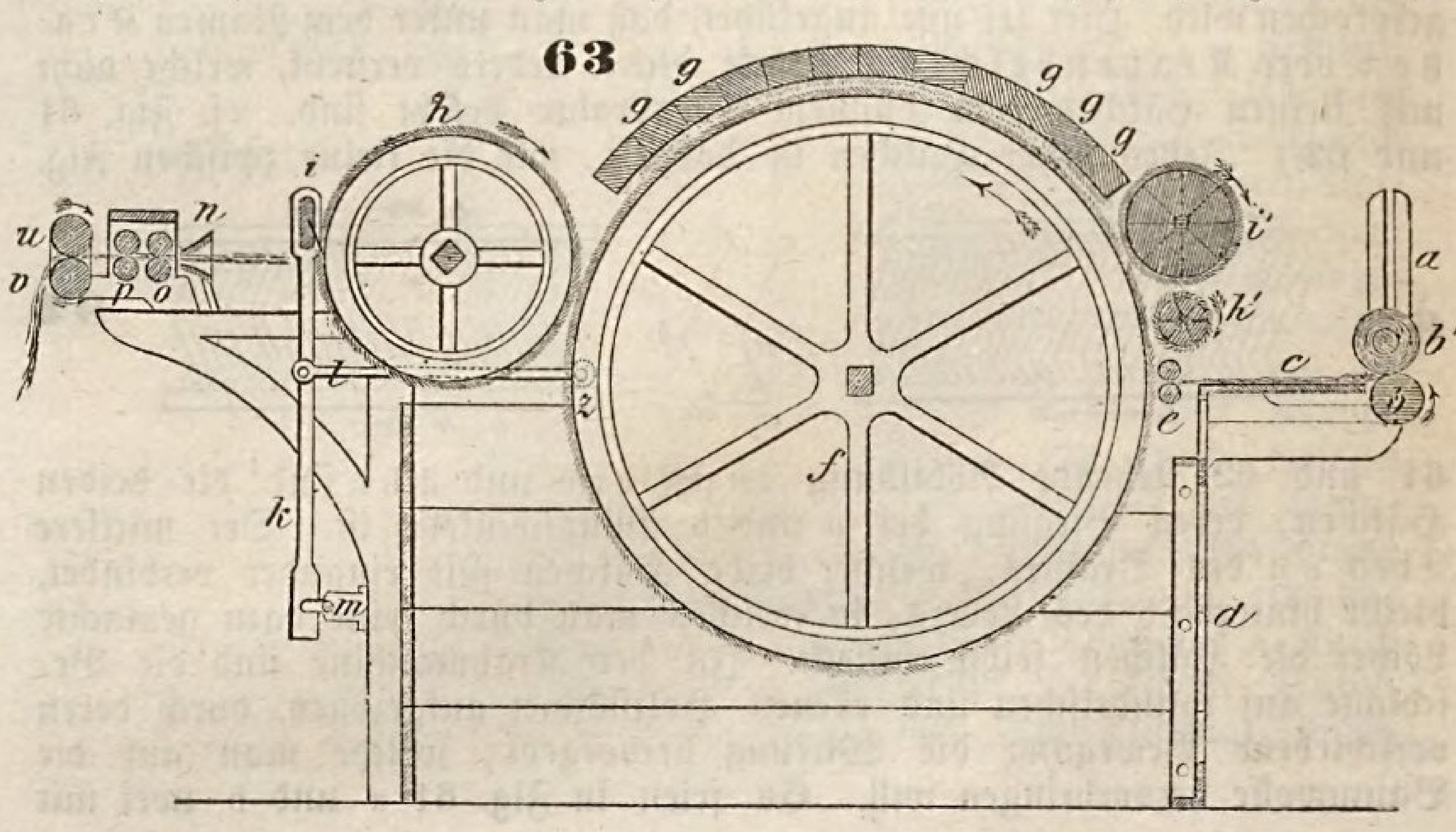


Fig. 63 ist der senkrechte Durchschnitt einer Kratzmaschine, worin jedoch — der leichteren Uebersicht halber — nur die arbeitenden Bestandtheile angegeben, die zur Ertheilung ihrer Bewegung dienenden Räder und Riemenscheiben aber weggelassen sind. a bedeutet eine von zwei aufrechten, gabelförmigen, zu beiden Seiten der Maschine angebrachten Stützen, worin die eisernen Zapfen derjenigen hölzernen Walze gelegt werden, auf welcher, in der Wattenmaschine, die Baumwolle aufgerollt worden ist. Bei b' findet man eine solche Walze angegeben. Sie ruht vermöge ihres eigenen Gewichtes auf einem sich langsam umdrehenden hölzernen Zylinder b, welcher mittelst Friktion die Abwickelung der Watte befördert, indem diese auf dem Tische c fortgleitet und von den zwei bei e befindlichen geriffelten Speisewalzen angezogen wird. Letztere sind von Eisen, haben nur 1$\frac{1}{6}$ Zoll im Durchmesser, und werden durch zwei Gewichte, welche an den Zapfen der Oberwalze hängen, gegen einander gedrückt. f ist die große Kratztrommel von 3 Fuß Durchmesser; g. g, g das bogenförmige Dach, welches durch zwölf neben einander liegende Kratzdeckel gebildet wird; h die kleine Kratztrommel, welche auch der Abnehmer genannt wird, weil sie die Baumwolle, nachdem selbe zwischen den Deckeln und der großen Trommel gekratzt worden ist, von der letzteren abnimmt; i ein stählerner feingezahnter Kamm, welcher durch eine rasch auf und nieder gehende Bewegung die Baumwolle aus den Drahthäkchen des Abnehmers als eine zusammenhängende, aber äußerst feine und lockere Watte herauskämmt. Der Kamm ist mit seinen Enden zwischen zwei aufrechten Stangen wie k befestigt, welche durch kleine Krummzapfen einer Welle m auf und nieder gezogen, und dabei durch Lenkstangen wie l gehörig geführt werden. Indem nämlich diese Stangen bei z einen Drehpunkt haben, folgen sie zwar dem geringen Auf- und Absteigen von k, bewirken aber zugleich ein derartiges Schwingen oder Schaukeln des Kammes, daß dieser beim Niedergange an den Kratzenbeschlag der kleinen Trommel h anstreift und denselben auskämmt, beim Aufsteigen hingegen sich ein wenig von h entfernt, um nicht gegen die Spitzen der Kratzenhäkchen zu stoßen.

Das gußeiserne Gestell der Maschine ist auf allen Seiten mit Brettern verschalt,. und bildet so einen verschlossenen Kasten, in welchem nur bei d eine Thür sich befindet, damit man ins Innere gelangen und den am Boden sich ansammelnden Abfall der Baumwolle (kurze Fäserchen, Staub und kleine Schmutztheile) herausnehmen kann.

Viele Kratzmaschinen haben zur Bearbeitung der Baumwolle keine anderen, als die schon genannten Bestandtheile, nämlich die große Trommel f und die Deckel g, g, auf welchen beiden in unserer Abbildung die Richtung, nach welcher die Kratzhäkchen geneigt sind, deutlich ausgedrückt ist. An der gegenwärtigen Maschine aber kommen zur Beförderung der Arbeit noch die beiden Walzen h' und i' hinzu.

Vermöge der Stellung, welche die Häkchen auf i' haben, wird die von den Speisewalzen e aus mit der Trommel f heraufkommende Baumwolle zwischen f und der langsam umgehenden Walze i' gekratzt; was dabei auf dieser letzteren hängen bleibt, wird sodann von der schnell umlaufenden Walze h' herausgekämmt und neuerdings an die Trommel f abgegeben. Bei weiterer Verfolgung ihres Weges gelangt die Baumwolle unter die Kratzdeckel g und endlich auf die kleine Trommel h, wie bereits erwähnt. Der Umfang dieser letzteren bewegt sich 70 bis 80 Mal langsamer als jener von f, da die große Trommel mit 3 Fuß Durchmesser etwa 130, die kleine Trommel mit 14 Zoll Durchmesser nur 4$\frac{1}{3}$ Umdrehungen während einer Minute vollbringt.

Der Kamm i bewegt sich bei jedem Streiche, den er macht, höchstens 1 Zoll weit an dem Umkreise von h nieder, löset also einen

ebenso breiten Streifen der florartig dünn ausgebreiteten Baumwollmasse von der kleinen Trommel h ab. Diese zarte Watte geht zunächst durch einen blechernen Trichter n, worin sie sich zu einem schmalen Bande zusammendrängt; dann durch zwei Paar Streckwalzen o, p und endlich durch zwei glatte eiserne Zugwalzen u. v, welche das Band mit angemessener Geschwindigkeit herausziehen und es in eine untergesetzte blecherne Kanne fallen lassen. Die Walzen bei o, p bewirken eine Dehnung (Verlängerung) des Baumwollbandes, wodurch es entsprechend dünner wird. Die Unterwalzen sind von Eisen und geriffelt (kannelirt), die Oberwalzen ebenfalls von Eisen, aber mit Flanell und darüber mit Leder überzogen, so daß sie eine glatte und elastische Oberfläche haben. Gewichte drücken die oberen Walzen auf die unteren nieder. Das zweite Paar p dreht sich mit größerer Geschwindigkeit, als das erste o, und führt also eine größere Länge Band heraus, als es von dem Paare o empfängt; die Folge hiervon ist eine entsprechende Streckung des Bandes während seines Ueberganges von o zu p.

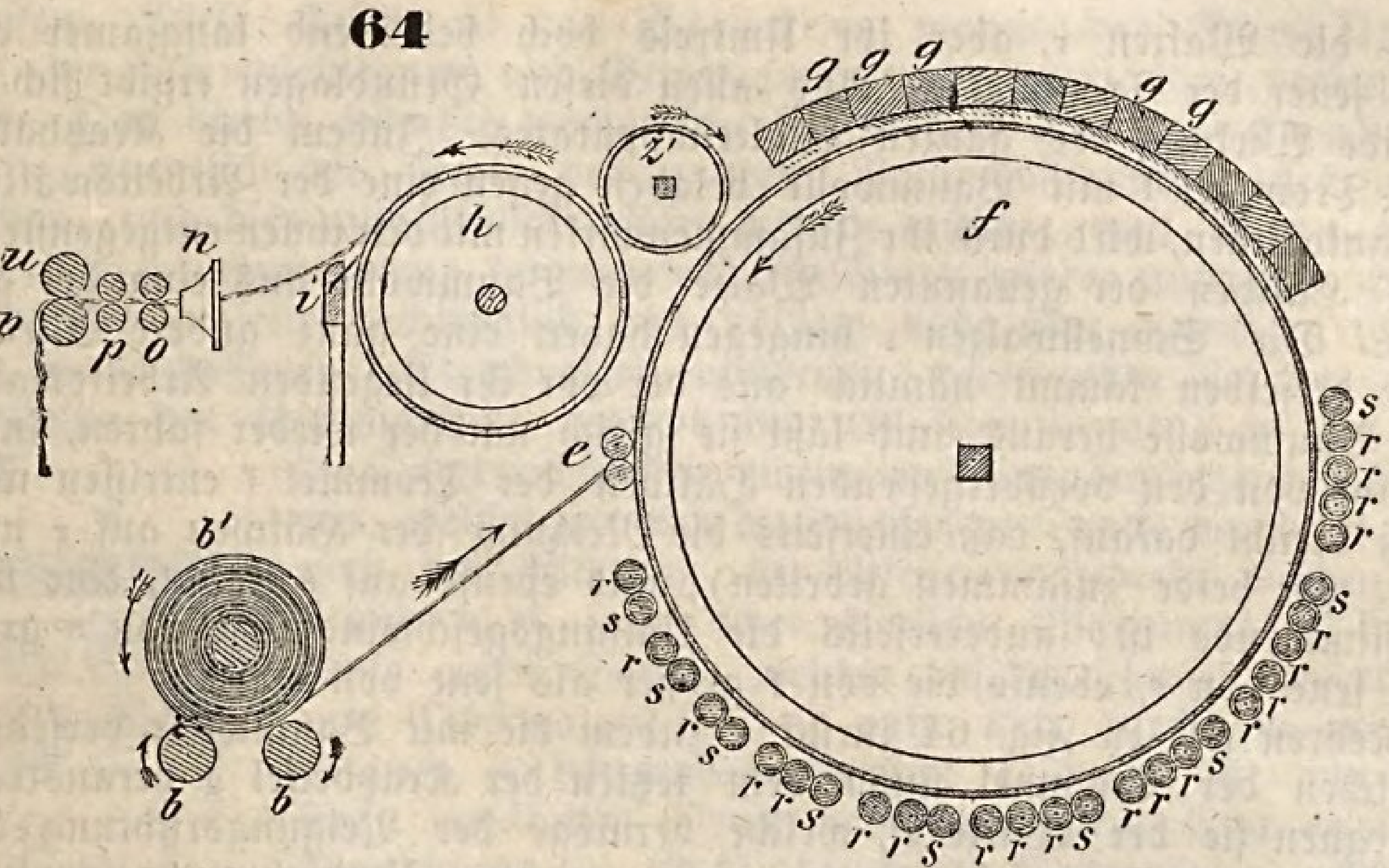
Ueber die Einwirkungen, welche die Baumwolle in der Kratzmaschine erfährt, kann man durch folgende Betrachtung zu näherer Kenntniß gelangen. Die Breite der Maschine wird zu 36 Zoll angenommen, und ferner (beispielweise) vorausgesetzt, daß eine 30 Fuß lange, 3 Fuß breite Watte, welche darauf verarbeitet wird, 5 Pfund wiege. Die Speisewalzen e, von $1\,{}^1/_6$ Zoll Durchmesser, machen in 1 Minute 0.7 Umdrehungen, wonach ihr Umkreis einen Weg von 0.214 Fuß zurücklegt; ebenso lang ist also das von ihnen in 1 Minute der großen Trommel zugeführte und von dieser verarbeitete Stück der Watte. Um diese letztere ganz aufzuarbeiten, werden 140 Minuten (2 Stunden 20 Minuten) erfordert. In dieser Zeit macht der Umkreis der Zugwalzen u, v, welche $2\,{}^1/_2$ Zoll Durchmesser haben und 55 Umdrehungen während 1 Minute vollbringen, eine Bewegung von 5040 Fuß, und liefert also ein eben so langes Band, welches 5 Pfund (oder nahe so viel, da ein kleiner Abfall Statt findet) wiegt. Die 30 Fuß lange Watte geht mithin auf die 168fache Länge ausgedehnt aus der Maschine hervor, aber ihre Breite ist von 36 Zoll auf etwa $1\,{}^1/_2$ oder 2 Zoll vermindert.

Es läßt sich leicht zeigen, daß während der Bearbeitung die Baumwolle auf einen noch viel größeren Raum ausgebreitet wird. In einer Minute, während welcher 0.214 Fuß Watte durch die Speisewalzen e eingeht, durchläuft jeder Punkt auf dem Umkreise der Trommel f (die 3 Fuß Durchmesser hat und 130 Umgänge macht) einen Weg von 1225 Fuß; die Watte wird demnach von 0.214 Fuß auf 1225 Fuß, d. h. auf die 5724fache Lange auseinandergezogen, wodurch sowohl die äußerste Auflockerung, als auch eine beinahe vollkommene Geradelegung aller Fasern erfolgt.

Wiegt eine 30 Fuß lange Watte 5 Pfund, so ist das Gewicht von 0.214 Fuß Watte nicht völlig $1\,{}^1/_7$ Loth, und diese geringe Menge wird auf einen Flächenraum von 1225 Fuß Länge und 3 Fuß Breite, also 3675 □Fuß vertheilt; so daß, wenn diese unfaßbar zarte Baumwollmasse unverändert herausgefördert werden könnte, und nicht auf dem sehr langsam gehenden Umkreise des Abnehmers h sich wieder verdichtete, 1 □Fuß derselben nur den 3220sten Theil eines Lothes wiegen würde.

Neuerlich wendet man in einigen Spinnereien mit großem Vortheil (rücksichtlich schneller und mit großem Vortheile ausgezeichnet guter Arbeit) diejenige Konstruktion der Kratzmaschine an, wofür Pooley in Lancaster 1845 sich patentiren ließ. Fig. 64 ist eine Skizze derselben, in welcher die meisten Bestandtheile nach dem Vorstehenden ohne weitere Erklärung verständlich sein werden. b' ist der auf der Wattenmaschine mit Baumwolle bewickelte Zylinder, welcher auf

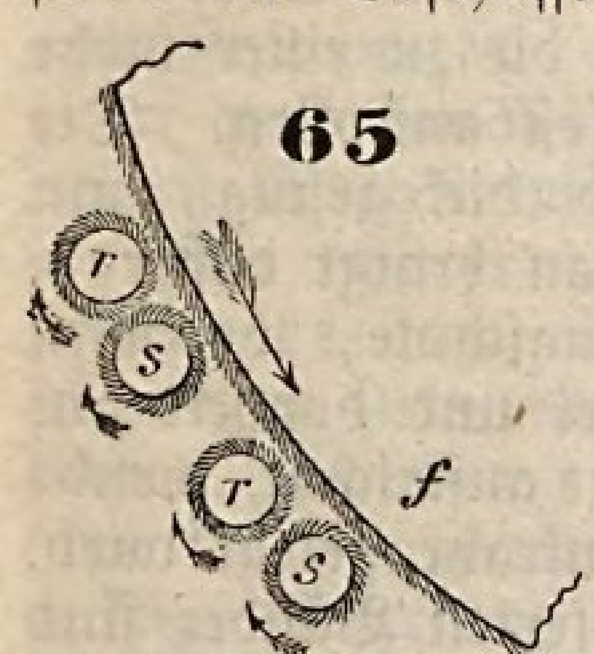
64



zwei sich langsam umdrehenden Walzen b, b liegt und durch deren Reibung selbst in Umdrehung gesetzt wird, so daß er die Watte mit der erforderlichen geringen, aber gleichmäßigen Geschwindigkeit von sich gibt. Die Watte geht schräg aufwärts, wird von den Speisewalzen e eingezogen und von den Kratzhäkchen der Trommel f ausgekämmt, mit welchen die feinzertheilte Baumwolle fast einen ganzen Kreisgang macht, bis sie an die Walze z' gelangt. Auf diesem Wege ist sie zuerst der Einwirkung von dreißig kleinen Walzen r, r, r, . . . s; s, . . . und sodann jener der gewöhnlichen Kratzdeckel g, g. g, . . . ausgesetzt.

Erstere machen die wesentlichste Eigenthümlichkeit dieser Maschine aus, und bedürfen daher einer näheren Erklärung. Diese Walzen haben sämmtlich in ihrem Körper nicht mehr als etwa 1¼ Zoll Durchmesser, und sind mit Kratzen überzogen; sind aber durch die Stellung ihrer Häkchen und die Geschwindigkeit ihrer Bewegung von zweierlei Art; einige davon sind so genannte **Arbeitswalzen**, andere heißen **Schnellwalzen**; erstere erscheinen mit r, letztere mit s in der Abbildung bezeichnet. Man sieht aus Fig. 64, daß anfangs (zunächst an den Speisewalzen e) je eine Arbeitswalze mit einer Schnellwalze abwechselt; weiterhin dann zwei, drei, und endlich vier Arbeitswalzen auf eine Schnellwalze vorkommen. Da sich jedoch wegen der Kleinheit des Maßstabs die Beschaffenheit dieser Walzen nicht gut erkennen läßt, so hat man in Fig. 65 nebst einem Theile der Trommel f die ersten zwei Gruppen r, s, r s, und eben so in Fig. 66. die letzte Gruppe r r, r, r, s, etwas größer dargestellt. Dabei ist zu bemerken:

65



66



1. Daß sämmtliche Arbeitswalzen r sehr nahe an der Trommel f, dagegen etwas entfernt von benachbarten Arbeitswalzen liegen; 2. daß jede Schnellwalze s sowohl die Trommel f als die ihr zunächst vorhergehende Arbeitswalze r fast berührt; 3. daß die Neigung der Drahthäkchen auf r entgegengesetzt ist derjenigen, welche die Häkchen auf s haben; daß aber die Umdrehungsrichtung bei r und s die nämliche ist. Es muß hinzugefügt werden, daß die Walzen s sich schneller umdrehen,

als die Walzen r, aber ihr Umkreis doch bedeutend langsamer geht, als jener der Trommel f. Aus allen diesen Grundlagen ergibt sich folgende Wirkung des ganzen Walzenapparates. Indem die Kratzhäkchen der Trommel f mit Baumwolle beladen gegen eine der Arbeitswalzen r herankommen, wird durch ihr Zusammenwirken mit den ihnen entgegenstehenden Häkchen der genannten Walze die Baumwolle aus einander gezogen. Die Schnellwalzen s hingegen haben eine ganz andere Wirkung, jede derselben kämmt nämlich aus der vor ihr liegenden Arbeitswalze r die Baumwolle heraus, und läßt sie gleich nachher wieder fahren, indem sie ihr von den vorübergehenden Häkchen der Trommel f entrissen wird; dieß beruht darauf, daß einerseits die Neigung der Häkchen auf r und s (da wo beide zusammen arbeiten), und ebenso auf s und f, eine übereinstimmende ist; andererseits die Umfangsgeschwindigkeit von s größer als jene von r, ebenso die von f größer als jene von s ist.

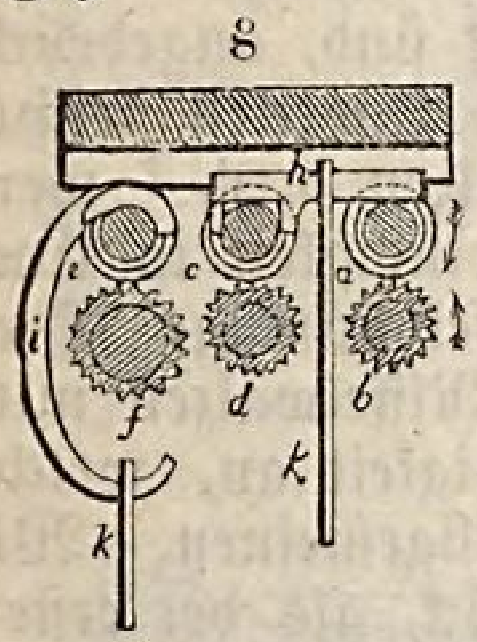
Kehren wir zu Fig. 64 zurück. Indem die mit Baumwolle versehenen Häkchen der Trommel unter dem letzten der Kratzdeckel g heraustreten, begegnen sie der Walze z′, welche vermöge der Neigungsrichtung ihrer Häkchen, und zufolge einer sehr großen Umdrehungsgeschwindigkeit, die Baumwolle aus der Trommel abkämmt und an die langsam gehende kleine Trommel h überliefert. i ist auch hier der Kamm, welcher schließlich die Baumwolle von h abnimmt, jedoch insofern auf eine eigenthümliche Weise wirkt, als er beim Aufsteigen (nicht wie in Fig. 63 während des Niederganges) das Ablösen der Fasern von dem Beschlage der gedachten kleinen Trommel verrichtet. Der Trichter n, die Streckwalzen o, p, und die Zugwalzen u, v, sind von den gleichnamigen oben erklärten Bestandtheilen (der Fig. 63) nicht verschieden.

In den Fällen, wo die Baumwolle zwei Mal gekratzt werden muß, vereinigt man eine Anzahl der von der Vorkratze gelieferten und neben einander gelegten Bänder mittelst eigener Doublirmaschinen zu einer Watte von gehöriger Breite, und bringt diese sodann auf die Feinkratze. Sehr häufig wendet man zu dieser Vereinigung der Bänder in großen Spinnereien die sogenannte Kanalmaschine an, nämlich eine Doublirmaschine, welcher die Bänder von den Vorkratzen direkt und ununterbrochen, so wie sie sich dort erzeugen, zugeführt werden. Vor einer Reihe von Kratzmaschinen her ist im Fußboden des Saales ein Kanal angebracht, in welchen die aus den Zugwalzen (u, v, Fig. 63, 64) hervortretenden Bänder hinabsteigen, sich dicht neben einander ordnen, und gemeinschaftlich mittelst Walzen und eines Tuches ohne Ende, den Kanal entlang, in horizontaler Richtung fortgeleitet werden. Am Ende des Kanals liegt eine dünne hölzerne Walze, auf welche die zu einer mehr oder weniger breiten Watte vereinigten Bänder sich fest aufrollen. Die so entstehenden Watten sind jedoch weder breit noch dick genug, um ohne Weiteres der Feinkratze vorgelegt zu werden; man bringt daher 4, 6 oder 8 bewickelte Walzen auf eine zweite Doublirmaschine, wo man die Watten — zu zwei, drei oder vier neben einander und doppelt auf einander liegend — vereinigt und wieder um eine Walze aufwickelt, welche endlich an den Platz b′ (Figur 63, 64) vor der Feinkratze gelegt wird.

Das Strecken. Die von den Kratzmaschinen gelieferten Bänder sind außerordentlich zart und locker, aber die Baumwollenfasern liegen darin noch nicht so vollkommen parallel mit einander, als es zum Behufe der Maschinenspinnerei nöthig ist, damit sie ohne Schwierigkeit zu einem recht gleichförmigen Faden ausgezogen werden können. Daher muß, bevor Drehung gegeben wird, eine Arbeit mit den Bändern unternommen werden, deren Zweck darin besteht, die Parallel-Legung der Fasern zu vollenden, wie auch alle Ungleichheiten in der Dicke der Bänder wegzu-

schaffen. Diese Arbeit ist das Strecken, womit das Dobliren, d. h. die Zusammenlegung und Vereinigung mehrerer Bänder, verbunden wird. Das hierbei benutzte mechanische Mittel sind die Streckwalzen, welche eigentlich die Seele des ganzen Baumwollspinnprozesses ausmachen, und hier ausführlich erklärt werden müssen, weil sie an allen weiterhin zur Anwendung kommenden Maschinen wieder auftreten. Hierdurch wird zugleich nachträglich das nöthige Licht über diejenigen (ganz eben so beschaffenen) Streckwalzen verbreitet, deren oben bei der Beschreibung der Kratzmaschine gedacht ist. Es seien a und b in Fig. 67

67



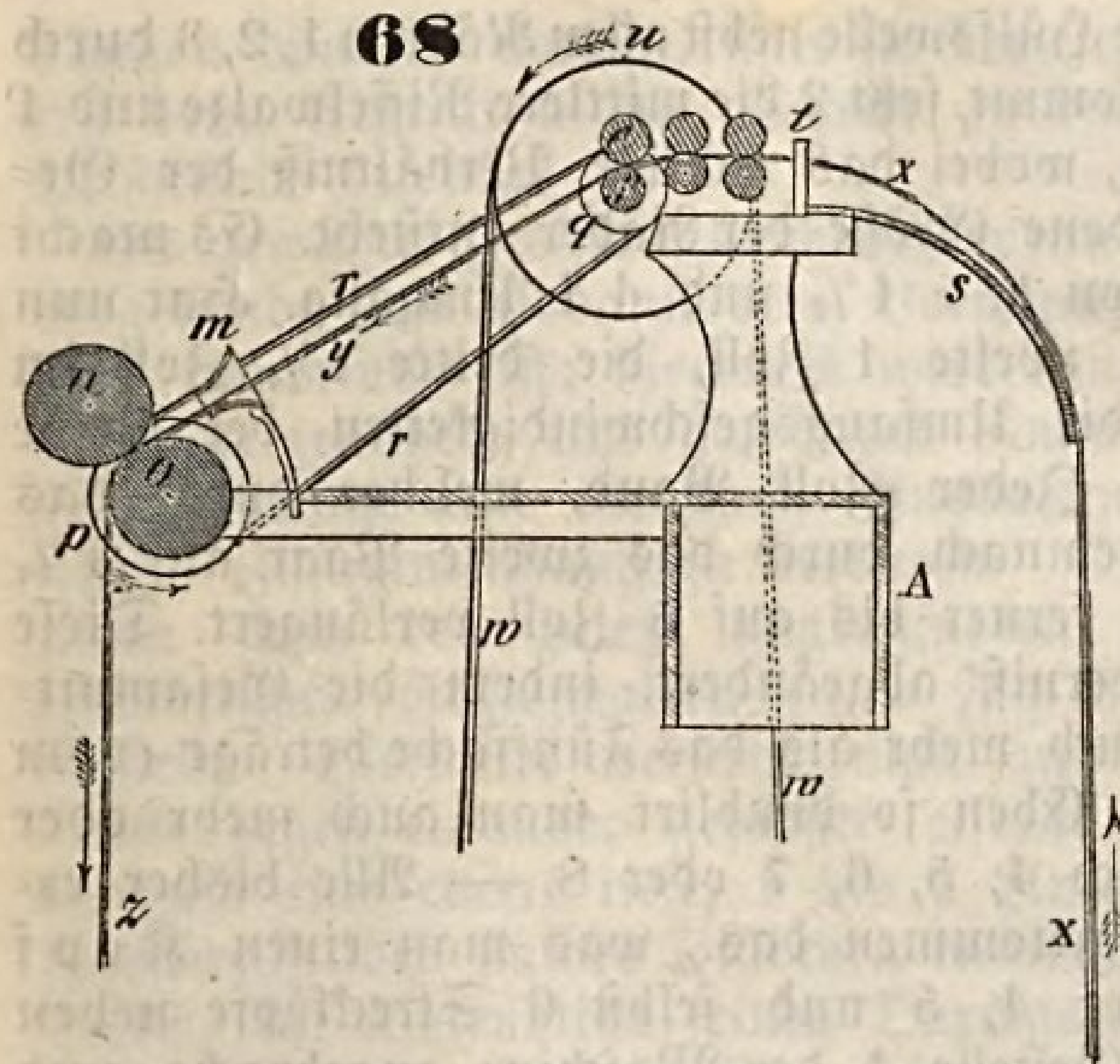
die Querdurchschnitte zweier auf einander liegenden Walzen, welche sich mit angemessenem Drucke berühren und nach der Richtung der Pfeile umgedreht werden. c, d und e, f, seien zwei ähnliche Walzenpaare; h bedeute einen Sattel, welcher auf den Zapfen der ersten zwei Oberwalzen (a, c) ruht und durch ein an der Stange k hängendes Gewicht beschwert ist, um den schon erwähnten Druck hervorzubringen. Eine ähnliche Vorrichtung i k ist für die dritte Oberwalze e vorhanden. Jedes Walzenpaar würde, insofern es allein vorhanden wäre, wenn man ihm ein Baumwollenband darbietet während die Zylinder in Umdrehung begriffen sind, dasselbe einziehen, und wesentlich unverändert wieder abgeben. Dabei folgt aus der Natur der Sache, daß während einer vollen Umdrehung der Walze b z. B. ein Stück Band durchgeführt wird, dessen Länge gleich ist dem Umkreise dieser Walze. In gegebener Zeit geht also soviel Band durch, als die Größe des Walzenumkreises multiplizirt mit der Anzahl vollbrachter Umdrehungen ausdrückt. Die Anordnung ist nun so getroffen, daß die Umfangsgeschwindigkeit des Walzenpaares c, d größer ist als jene von a, b; und die von e, f wieder größer als jene von c d. Daher geschieht es, daß jedes folgende Walzenpaar eine größere Menge Band abliefert, als es von dem vorhergehenden empfängt; und die Folge hiervon besteht in einer entsprechenden Streckung (Verlängerung) des Bandes bei seinem Uebergange vom ersten Walzenpaare zum zweiten, sowie vom zweiten zum dritten. Man befolgt die Regel, den Haupttheil der Streckung zwischen dem zweiten und dritten Walzenpaare stattfinden zu lassen und zwischen dem ersten und dritten nur wenig zu strecken.

Die Walzenpaare a, b und c, d behalten immer die nämliche Stellung gegen einander; aber ihre Entfernung von dem dritten Paare e, f wird nach Erforderniß verändert, indem man sie der Länge der Baumwolle anpassend macht. Der Abstand zwischen den Mittelpunkten von b und d (oder was das Nämliche sagen will, zwischen den Berührungslinien dieser beiden Walzen mit ihren Oberwalzen a und c) ist ein für alle Mal so regulirt, daß er größer ist, als die Länge der allerlängsten Baumwollfasern; es kann somit niemals eine Faser in Gefahr kommen, dadurch abgerissen zu werden, daß c, d sie fortziehen, während a. b noch sie festhalten. Zwischen c, d und e, f, wo die größte Streckung Statt findet, muß (um der Beschädigung des Bandes zuvorzukommen und eine recht gleichmäßige Streckung zu erhalten) der Abstand so gering sein, als die Länge der Baumwollfasern erlaubt; denn auch hier ist eine Bedingung, daß niemals eine Faser von beiden Walzenpaaren zugleich gefaßt sei. Daher müssen c, d desto näher an e, f stehen, je kürzer die Baumwolle ist, welche man verarbeitet. Die Unterwalzen b, d, f sind von geschmiedetem Eisen und auf dem Umkreise geriffelt, d. h. mit parallelen dreieckigen Auskerbungen versehen; man nennt sie daher gewöhnlich Riffelwalzen. Die Oberwalzen a, c, e (Druckwalzen genannt) bestehen zwar ebenfalls

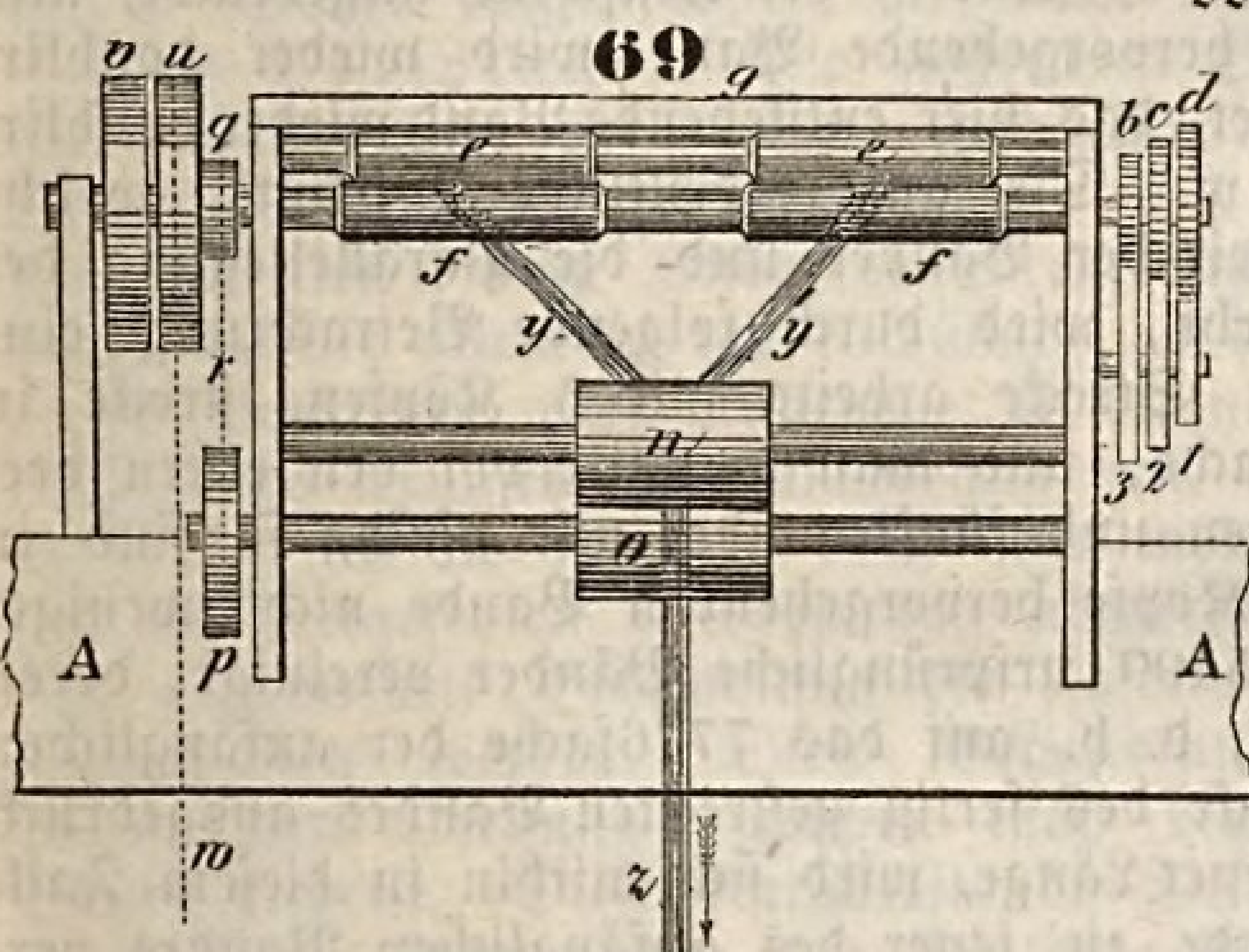
aus Eisen, sind aber glatt und mit einem doppelten Ueberzuge versehen, welcher ihre Oberfläche weich und elastisch macht. Ein Ueberzug von Flanell, den man zusammennäht oder zusammenleimt, wird zuerst aufgebracht; darüber eine Bekleidung von Leder, dessen Kanten abgeschärft und (mit Hausenblase in Bier aufgelöst) so über einander geleimt werden, daß die Fuge der glatten und richtigen Zylindergestalt keinen Eintrag thut. Ein Stück Holz g, welches unterwärts mit Flanell bekleidet ist (ein so genannter Putzdeckel) liegt auf den drei Druckwalzen, um bei deren Umdrehung die daran hängen gebliebenen Baumwollfasern abzustreifen. In derselben Absicht bringt man unter den Riffelwalzen ähnliche Holzstücke an, die mittelst Gewichten, deren Schnüre über Rollen geleitet sind, angedrückt werden. Statt der obern Putzdeckel g gebraucht man zuweilen leichte hölzerne, mit Flanell überzogene Walzen. Die Riffelwalzen b, d, f werden durch Räderwerk mit der ihnen zugedachten Geschwindigkeit in Umdrehung gesetzt; die Druckwalzen a, c, e haben keine selbständige Drehung, sondern werden nur durch die Friktion an den Riffelwalzen mitgeführt, und nehmen daher dieselbe Umfangsgeschwindigkeit an, welche jene haben. — So viel über die Streckwalzen im Allgemeinen. Wir kehren nun zum Strecken der Bänder im Besonderen zurück, als der ersten Behandlung, welcher dieselben nach ihrer Verfertigung auf der Kratzmaschine unterzogen werden. Es ist schon angezeigt worden, auf welche Weise die Verlängerung des Bandes zwischen den Streckwalzen erfolgt. Diese Verlängerung ist mit einer Bewegung aller einzelnen Baumwollenfasern verbunden, wobei dieselben neben einander hergleiten, gleichsam einander streichen und sich dadurch gegenseitig gerade richten. Soll aber hierdurch der völlige Parallelismus der Fasern erzielt werden, so muß die Streckung sehr beträchtlich sein, damit während derselben jede Faser einen großen Weg durchläuft. Bei einer solchen Behandlung würde sehr bald das Band so dünn werden, daß es, ungedreht wie es ist, seinen Zusammenhang verlieren, d. h. abreißen müßte. Man begegnet dieser Gefahr dadurch, daß man jederzeit mehrere Bänder zusammen legt, die sich beim Durchgange durch die Walzen zu Einem Bande vereinigen. Man nennt dieses Verfahren Dubliren, und wendet es gewöhnlich in solchem Maße an, daß das dublirte und gestreckte Band ungefähr eben so dick ist, als das einfache Band vor dem Strecken war. Wenn z. B. die Bänder mittelst der Walzen auf die fünf- oder sechsfache Länge ausgedehnt werden, so dublirt man sie auch fünf- oder sechsfach, d. h. läßt 5 oder 6 Bänder vereinigt durch die Walzen gehen. Doch finden hierin Abweichungen Statt. Das Dubliren hat noch einen andern Nutzen, nämlich den, daß es den Bändern eine gleichförmigere Dicke verschafft, indem mehr oder weniger die zufällig dickeren Stellen des einen Bandes neben dünnere Stelle der übrigen Bänder zu liegen kommen, überhaupt die Ungleichheiten eines einzelnen Bandes in der wiederholten Vereinigung mit mehreren andern Bändern allmälig weniger bemerkbar werden, und endlich verschwinden.

Die Streckmaschine, Streckbank oder Strecke, worauf die in Rede stehende Bearbeitung der Bänder vorgenommen wird, ist Fig. 68 im senkrechten Querdurchschnitte und Fig. 69 im Aufrisse der vordern langen Seite vorgestellt, mit Weglassung mehrerer Theile, welche nicht unmittelbar zum Verständniß ihrer Wirkung nothwendig sind. A ist eine gußeiserne Bank, von deren Länge man in Fig. 69 nur ein Bruchstück sieht, und welche von ebenfalls eisernen Ständern in solcher Höhe getragen wird, daß ihre obere Fläche etwa $3\frac{1}{2}$ Fuß vom Fußboden entfernt liegt. Die drei Paar Streckwalzen sind in Fig. 68 durch die sechs schraffirten Kreise zwischen t und q angegeben; das letzte oder vorderste Paar

68



69



e, f — nämlich Riffelwalze f und Druckwalze e — erscheint auch in Fig. 69, so wie der Putzdeckel g, den man in Fig. 68 ausgelassen hat, da dessen Anbringung aus der obigen Fig. 67 deutlich genug hervorgeht. Jede Riffelwalze und jede Druckwalze wird, wie man aus Fig. 69 erkennt, durch einen glatten Hals, welcher das mittlere Stück ihrer Länge einnimmt, in zwei gleiche Theile (Bahnen) getrennt; auf dem Halse der Druckwalzen ruht der Sattel h und die Klammer i (Fig. 67), von welchen schon oben die Rede gewesen ist. Die Baumwollbänder werden mit den zylindrischen Blechkannen, in welchen sie vor der Kratzmaschine aufgesammelt worden sind, hinter die Strecke gebracht. Wenn nun z. B. sechsfach doublirt werden soll, so nimmt man drei Bänder aus drei Kannen zusammen, und leitet sie durch die eine Abtheilung oder Bahn der Streckwalzen; drei andere werden eben so vereinigt durch die andere Bahn geführt. Der Lauf der Bänder ist in Fig. 68 bei x, x y. z und die Richtung ihrer Fortbewegung durch beigesetzte Pfeile angegeben. s bedeutet ein bogenförmiges Blech, über welches die Bänder heraufkommen, und t eine breite eiserne Gabel, durch welche ihnen der Weg nach den Walzen gewiesen wird. Wenn die zwei dreifachen Bänder durch alle drei Walzenpaare gegangen und von denselben gestreckt sind, laufen sie von den vordersten Walzen e, f aus in schräger Richtung zusammen (s. y. y in Fig. 69), und vereinigen sich im Durchgehen durch einen messingenen Trichter m zu einem einzigen Bande, welches von den glatten eisernen Zugwalzen n, o herausgeführt wird, um bei z wieder in eine Blechkanne herabzufallen. — Die verlängerte Achse der dritten Riffelwalze f ist mit einer Riemenscheibe u versehen, und wird mittelst des Riemens w, welcher von einer unterhalb befindlichen Welle herkommt, in Umlauf gesetzt; v ist eine lose Scheibe, auf welche der Riemen hinübergeschoben wird, wenn die Maschine stillstehen soll; q eine kleine Scheibe auf der nämlichen Achse, p eine etwas größere auf der Achse der untern Zugwalze o; endlich r der Riemen, welcher die Bewegung von q auf p überträgt. Das kleine Zahnrad b befindet sich am entgegengesetzten Ende auf der Achse der dritten Riffelwalze f; e ist ein größeres Rad an der mittlern, und d ein noch größeres an der ersten oder hintersten Riffelwalze. Die drei Räder 1, 2, 3, ebenfalls von verschiedener Größe, befinden sich auf einer besondern gemeinschaftlichen Achse und greifen in jene drei zuerst erwähnten ein, sind aber in Fig. 69 ohne Zähne gezeichnet, damit ihre Größe im Verhältnisse zu b, c, d deutlicher in die Augen

fällt. Indem das Rad 3 und also die Hülfswelle nebst allen Rädern 1, 2, 3 durch den Eingriff von b in Umdrehung kommt, setzt 2 die mittlere Riffelwalze und 1 die erste Riffelwalze in Bewegung, wobei das richtige Verhältniß der Geschwindigkeiten durch die verschiedene Größe der Räder entsteht. Es macht z. B. während vier Umgängen von b, c 1¼ und d 1 Umgang. Hat nun die erste Riffelwalze 1 Zoll, die zweite 1 Zoll, die dritte 1¼ Zoll im Durchmesser, so verhalten sich die Umfangsgeschwindigkeiten der Reihe nach wie die Zahlen 1, 1¾, 5. Jeder Zoll Band, welcher durch das erste Walzenpaar eintritt, wird demnach durch das zweite Paar auf 1¾ Zoll, und durch das dritte Paar ferner bis auf 5 Zoll verlängert. Diese Verhältnisse werden nach Erforderniß abgeändert, indem die Gesammtstreckung zuweilen weniger, oft auch mehr als das Fünffache beträgt (vom Vierfachen bis zum Achtfachen). Eben so doublirt man auch mehr oder weniger Bänder zusammen, nämlich 4, 5, 6, 7 oder 8. — Alle bisher erwähnten Theile bilden zusammengenommen das, was man einen **Kopf** der Strecke nennt; es sind aber 4, 5 und selbst 6 Streckköpfe neben einander auf dem bankförmigen Gestelle A der Maschine angebracht, und das aus dem ersten Kopfe hervorgehende Band wird wieder doublirt durch den zweiten Kopf geleitet, das hier entstehende Band wieder doublirt durch den dritten Kopf u. s. w. Die außerordentliche Wirkung, welche hieraus für die Gleichförmigkeit der Bänder und die Parallellegung der Fasern in denselben hervorgeht, wird durch folgende Betrachtung einleuchtend. Angenommen, die Strecke arbeite mit 5 Köpfen, strecke in jedem Kopfe auf das Sechsfache, und man doublire vor den ersten drei Köpfen 6fach, vor dem vierten und fünften aber nur 5fach, so sind in dem zuletzt aus dem fünften Kopfe hervorgehenden Bande nicht weniger als 6 × 6 × 6 × 5 × 5, d. i. 5400 ursprüngliche Bänder vereinigt, deren jedes 6 × 6 × 6 × 6 × 6 Mal, d. h. auf das 7776fache der anfänglichen Länge ausgedehnt ist. Die Dicke des fertig gestreckten Bandes ausgedrückt durch das Gewicht bei gegebener Länge, wird sich mithin in diesem Falle bei dem fertig gestreckten Bande zu jener des anfänglichen Bandes verhalten, wie 5400 zu 7776, und wenn z. B. das Band, welches die Kratze lieferte, 1000 Fuß im Pfunde lang war (vergl. Seite 124), so würden nunmehr von dem gestreckten Bande 1440 Fuß auf 1 Pfund gehen, wenn kein Abfall Statt fände. Da jedoch immer einige Fasern an den Druckwalzen hängen bleiben, die von den Putzdeckeln abgeputzt werden, so ist das Band in der That etwas feiner (leichter), als die Rechnung ergibt. Man läßt die Riffelwalzen f des vordersten (am schnellsten gehenden) Paares 150 bis 300 Umläufe in einer Minute machen; sie liefern demnach — da ihr Durchmesser 1⅛ bis 1¼ Zoll beträgt — mit jeder Minute ungestörten Ganges 44 bis 98 Fuß gestrecktes Band.

In sehr großen Spinnereien wendet man neuerlich eine in Bau und Gebrauchsweise folgendermaßen abgeänderte Streckmaschine an: Statt der gewöhnlichen drei Walzenpaare versieht man sie mit vier, fünf, sogar sechs Paar Streckwalzen, wodurch die Ausdehnung der Bänder stufenweise erfolgt, und eine größere Gleichförmigkeit derselben gesichert wird. Zugleich macht man die Riffelwalzen eines jeden Paares so lang, daß sie sechs bis fünfzehn Abtheilungen oder Bahnen in der Art enthalten, wie in Fig. 69 zwei solcher Bahnen f f vorhanden sind; hierdurch ist die gleichzeitige Erzeugung von ebenso vielen Bändern möglich. Von den Abzugwalzen n, o weg gehen ferner diese Bänder nicht in Kannen, sondern neben einander nach einer **Kanalmaschine** (S. 126), um vereinigt ein auf einen Holzzylinder aufgerolltes breites Band zu bilden, welches man hierauf einer folgenden Strecke übergibt; und so fort. Indem man auf diese Weise die Bänder schon in ihren ganzen

Längen doublirt vorlegt, statt sie einzeln aus Kannen zu entnehmen und erst beim Eintritt in die Strecke zu doubliren, werden manche praktische Mißstände beseitigt.

Es gewährt gewisse Vortheile, wenn das aus der letzten Strecke hervorgehende und alsdann dem Vorspinnprozesse zu übergebende Band sehr stark komprimirt ist; hierdurch werden nämlich die Fasern in hohem Grade einander genähert, und das Band nimmt nicht nur weniger Raum ein, sondern verträgt auch die starke Ausdehnung beim Vorspinnen besser, ohne seinen Zusammenhang zu verlieren. Diesen Umstand hat man im Auge, wenn man den zuletzt angewandten Kopf der Strecke statt der glattzylindrischen Abzugwalzen (n, o Fig. 68) mit sogenannten Moletten versieht. Hierunter versteht man zwei mit sehr bedeutendem Gewichtdrucke gegen einander gepreßte eiserne Scheiben, von welchen die eine rundum eine etwas tiefe, 1 bis 3 Linien breite Furche, die andere ein hier hineinpassendes flaches Stäbchen enthält, so daß das die Scheiben passirende Band, im Augenblicke seines Durchganges von oben, von unten und von beiden Seiten eingeschlossen, sich unter dem Drucke stark verdichten muß.

Das Vorspinnen. Die gestreckten Bänder bedürfen, um in Garnfäden verwandelt zu werden, noch einer sehr bedeutenden Verfeinerung, und müssen zugleich gedreht werden. Der Theorie nach könnte man mit dem Strecken bis zu Ende fortfahren, und die Drehung erst zuletzt eintreten lassen; allein in der Ausübung ist durch die Natur des Materials dieses Verfahren nicht gestattet. Je dünner nämlich das Baumwollband wird, desto weniger Zusammenhang hat es; desto leichter trennen und zerstreuen sich die Fasern; kurz, desto mehr ist es der Gefahr ausgesetzt, bei der fortgesetzten Ausdehnung abzureißen, wenn nicht zugleich durch eine angemessene Behandlung die Fasern einander genähert und zusammengehalten werden. Diese Behandlung besteht in einem gewissen Grade von Drehung, welchen man dem schon bedeutend verdünnten Bande ertheilt. Diese fortschreitende Dehnung oder Verfeinerung unter gleichzeitiger Anwendung der Drehung bildet die Operation des Vorspinnens, wodurch ein grober, lockerer Faden, das sogenannte Vorgespinnst, entsteht. Bei der Erzeugung aller mittelfeinen und feinen Garne wird das Vorspinnen zwei Mal vorgenommen, wobei das erste Mal ein grobes Vorgespinnst (gewöhnlich Lunte genannt) von der Dicke einer Federspule bis zu jener eines kleinen Fingers, und das zweite Mal feines oder eigentliches Vorgespinnst (Vorgarn), ungefähr von der Stärke eines dünneren oder dickeren Bindfadens, entsteht. Aus letzterem wird sodann auf der Spinnmaschine — durch das sogenannte Feinspinnen — das Garn hervorgebracht. Nur zu groben Garnen reicht einmaliges Vorspinnen hin, und sehr grobe spinnt man wohl gar direkt aus dem mittelst Moletten (s. oben) sehr stark verdichteten Streckbande, indem man dieses ohne weitere Vorbereitung auf die Feinspinnmaschine bringt, also für diesen Fall das Vorspinnen gänzlich erspart. Dagegen kommt es auf der anderen Seite vor, daß man zu Gespinnsten von bedeutender Feinheit sogar dreimaliges Vorspinnen Statt finden läßt.

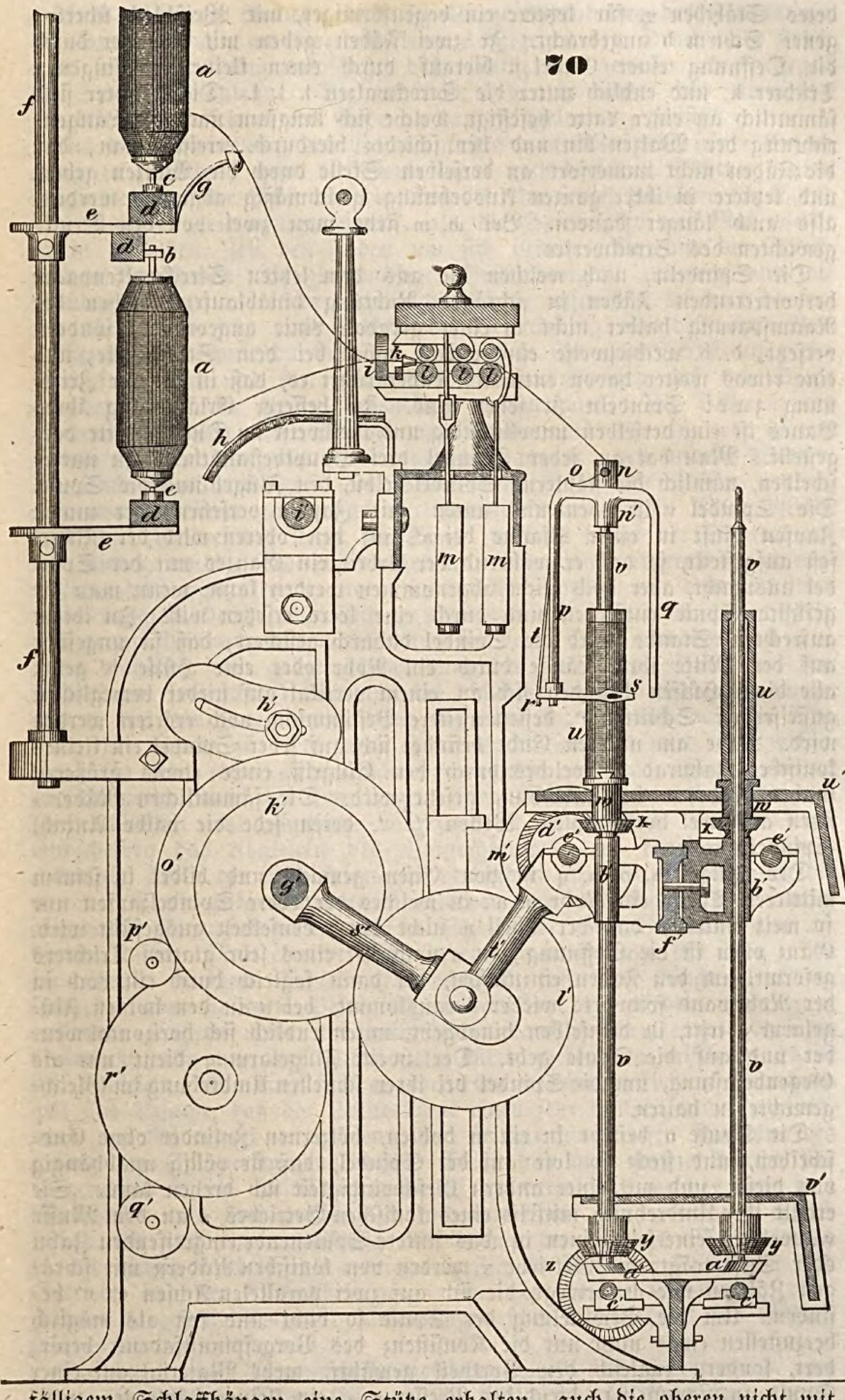
Zur Verrichtung des Vorspinnens sind im Laufe der Zeit mancherlei Maschinen sehr abweichender Konstruktion in Gebrauch gekommen, von welchen einige gegenwärtig schon fast ganz wieder aus den Spinnereien verschwunden sind. Ihrer Wirkungsweise nach sind die Vorspinnmaschinen von zweierlei Art. Einige geben dem Faden eine Drehung in der Art, daß sie darin verbleibt; in diesem Falle darf die Drehung nur sehr schwach sein, um nicht ein Hinderniß gegen die weitere Fortsetzung des Streckens abzugeben. Andere dagegen drehen den Faden sehr stark

zusammen, ertheilen ihm aber sogleich eine ebenso starke Drehung in entgegengesetztem Sinne, wodurch die erstere wieder aufgehoben, mithin das Vorgespinnst in einem Zustande dargestellt wird, wo es thatsächlich keine Drehung zeigt, vielmehr nur die von dem vorübergehenden Zusammendrehen hervorgebrachte Verdichtung des Fadens (gegenseitige Annäherung seiner Fasern) übrig ist. Hiernach erklärt sich der Unterschied, den man zwischen gedrehtem und ungedrehtem Vorgespinnst macht. Die Maschinen zu ungedrehtem Vorgespinnst arbeiten ungemein schnell, sind aber in der Fabrikation feiner Garnsorten unanwendbar.

Die jetzt am meisten angewendete Maschine zu gedrehtem Vorgespinnst, zugleich ohne Widerrede die beste Art der Vorspinnmaschinen überhaupt, ist die Spindelbank (auch Spulenmaschine und mit dem englischen Namen Flyer genannt), deren Bau im Einzelnen wieder zahlreichen Veränderungen unterliegt, obschon das Wesentlichste stets auf Folgendes hinausläuft. Sie enthält eine Reihe senkrecht stehender Spindeln, jede mit einer lose auf ihr steckenden (zur Aufwickelung des Vorgespinnstes bestimmten) Spule und mit einem festverbundenen gabelförmigen Flügel (zur Einleitung des Vorgespinnstes auf diese Spule) versehen. Die Drehung des Vorgespinnstes erfolgt durch den Umlauf der Spindeln, die Aufwickelung dadurch, daß die (mit ganz selbständiger Bewegung begabte) Spule sich entweder schneller oder langsamer umdreht, als ihre Spindel Wenn die Spindelbank zur Verarbeitung der Bänder in grobes Vorgespinnst (Lunte) angewendet wird — in welchem Falle man sie insbesondere Grobspindelbank nennt — werden die mit Band gefüllten Blechkannen hinter derselben aufgestellt, um daraus die Bänder in die Maschine zu leiten; oder man windet vorher die Bänder auf Spulen und stellt diese hinten in die Maschine. Bedient man sich ihrer aber zum zweiten Vorspinnen, d. h. zur Umwandlung der Lunte in feineres Vorgespinnst (Feinspindelbank), so sind immer die mit Lunte von der Grobspindelbank vollgewickelten großen Spulen oben im hinteren Theile der Maschine aufgestellt. Jedenfalls gelangen die in die Spindelbank eingeführten Bänder zuerst unter ein Streckwerk von drei Paar Walzen, welche dieselbe Einrichtung und Wirkung haben wie an der Streckmaschine. (S. 127.) Je zwei über einander stehende Spulen senden ihre Bänder oder Fäden an derselben Stelle zwischen die Walzen, wo dieselben sich vereinigen, um nachher einen einzigen Vorgespinnstfaden zu erzeugen. Der Zweck dieses Doublirens ist hier wieder der nämliche, wie bei Bearbeitung der Bänder auf der Streckbank, d. h. Darstellung eines gleichförmigeren Fadens. Aus dem dritten Walzenpaare treten vorn die beträchtlich verfeinerten Fäden heraus, und gehen geraden Weges nach den Spindeln, deren Flügel sie den Spulen zuführen.

Die Anzahl der Spindeln beträgt von 24 bis zu 150, wonach die Länge der Maschine entsprechend verschieden und zuweilen größer als 30 Fuß ist. Den Feinbänken gibt man im Allgemeinen mehr und kleinere Spindeln, als den Grobbänken; übrigens findet ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden nicht Statt. Fig. 70 ist der senkrechte Querdurchschnitt einer Feinspindelbank in ein Achtel wirklicher Größe. Das zu verarbeitende grobe Vorgespinnst befindet sich auf hölzernen Spulen a, a, welche in zwei Reihen über einander aufgestellt sind, und lose auf hölzernen Achsen stecken; das untere Ende einer jeden solchen Achse läuft in einer Pfanne c von Metall oder Porzellan, das obere in einem metallenen Ringe b. Hölzerne Leisten d. d, woran jene Pfannen und Ringe sich befinden, laufen horizontal die Maschine entlang, und werden selbst wieder von den eisernen Armen e, e, mehrerer vertikaler Eisenstäbe wie f getragen. Damit die von den Spulen a ausgehenden Fäden bei zu-

70



fälligem Schlaffhängen eine Stütze erhalten, auch die oberen nicht mit den unteren durch einander gerathen können, ist für erstere ein abgerun=

detes Stäbchen g, für letztere ein bogenförmiger, mit Weißblech überzogener Schirm h angebracht. Je zwei Fäden gehen mit einander durch die Oeffnung einer Gabel i, hierauf durch einen kleinen messingenen Trichter k. und endlich unter die Streckwalzen l, l, l. Die Trichter sind sämmtlich an einer Latte befestigt, welche sich langsam nach der Längenrichtung der Walzen hin und her schiebt; hierdurch erreicht man, daß die Fäden nicht immerfort an derselben Stelle durch die Walzen gehen, und letztere in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmäßig abgenutzt werden, also auch länger dauern. Bei m, m sieht man zwei von den Druckgewichten des Streckwerkes.

Die Spindeln, nach welchen die aus dem letzten Streckwalzenpaare hervortretenden Fäden in schräger Richtung hinablaufen, stehen der Raumsparung halber nicht in einer geraden Linie angeordnet, sondern versetzt, d. h. wechselweise eine etwas näher bei dem Streckwerke, und eine etwas weiter davon entfernt; daher rührt es, daß in unserer Zeichnung zwei Spindeln zu sehen sind. Zu besserer Erläuterung ihres Baues ist eine derselben unvollständig und theilweise im Durchschnitte dargestellt. Man hat an jeder Spindel drei Hauptbestandtheile zu unterscheiden, nämlich die stählerne Spindel selbst, den Flügel und die Spule. Die Spindel v ist oben und unten mit Zapfen versehen; der untere Zapfen läuft in einer Pfanne bei a', auf den oberen wird der Flügel fest aufgesteckt, so daß er während der Arbeit ein Ganzes mit der Spindel ausmacht, aber doch leicht abgenommen werden kann, wenn man die gefüllte Spule entfernen und durch eine leere ersetzen will. In ihrem aufrechten Stande wird die Spindel dadurch gesichert, daß sie ungefähr auf der Mitte ihrer Länge durch ein Rohr oder eine Hülse b' geht; alle diese Hülsen befinden sich an einem vertikal auf nieder beweglichen gußeisernen Schlitten f', dessen weitere Bestimmung noch erörtert werden wird. Nahe am unteren Ende befindet sich auf jeder Spindel ein kleines konisches Zahnrad y, welches durch den Eingriff eines etwas größeren solchen Rades z in Umdrehung gesetzt wird. Die sämmtlichen Räder z sitzen auf zwei horizontalen Wellen c', c', deren jede die halbe Anzahl Spindeln treibt.

Der Flügel n, o, p, q ist von Eisen gemacht und bildet in seinem mittleren Theile ein Rohr n, n', in welches der obere Spindelzapfen nur so weit eintritt, daß der Theil n nicht durch denselben ausgefüllt wird. Ganz oben ist die Oeffnung von n nach Art eines sehr glatten Trichters geformt, um den Faden einzulassen, der dann sogleich durch ein Loch in der Rohrwand seitwärts wieder herauskommt, bei o in den hohlen Flügelarm p tritt, in demselben hinabgeht, unten endlich sich horizontal wendet und auf die Spule geht. Der zweite Flügelarm q dient nur als Gegenbelastung, um die Spindel bei ihrer schnellen Umdrehung im Gleichgewichte zu halten.

Die Spule u besteht in einem hohlen, hölzernen Zylinder ohne Endscheiben, und steckt so lose auf der Spindel, daß sie völlig unabhängig von dieser und mit einer andern Geschwindigkeit sich drehen kann. Sie erhält ihre Umdrehung mittelst eines konischen Getriebes x an dem Muffe w, welcher seinerseits einen in das untere Spulenende eingreifenden Zahn oder Stift trägt; die Getriebe x werden von konischen Rädern mit schrägen Zähnen wie d' bewegt, die sich auf zwei parallelen Achsen e', e' befinden. Um die Bewickelung der Spule so dicht und fest als möglich herzustellen (was nicht nur die Konsistenz des Vorgespinnstfadens befördert, sondern zugleich den Vortheil gewährt, mehr Material auf einer Spule anzusammeln), dient der Presser r, s, ein kleiner stählerner, zweiarmiger Hebel, der um den Flügelarm p als Achse drehbar ist, am Ende

s seines längeren Armes einen Spalt zur Einführung des Fadens auf die Spule enthält, am kürzeren Arme r hingegen den Druck einer Feder t in solcher Richtung empfängt, daß s stetig mit gewisser Kraft gegen die Spule sich anlehnt. Die erwähnte Feder ist nichts als ein Stück Stahldraht, dessen oberes Ende an dem Flügelarme p festsitzt.

Um die Aufwickelung des Vorgespinnstes nach Maßgabe seiner Erzeugung zu bewirken, geht die Spule zwar nach derselben Richtung, aber langsamer um ihre Achse als die Spindel. Um soviel Umläufe die Spule in bestimmter Zeit weniger macht, als die Spindel, so viel Mal wickelt sie in derselben Zeit den Faden um sich herum. Da nun die Streckwalzen den Faden mit gleichmäßiger Geschwindigkeit zuliefern und die Spulen stets genau die herbeigebrachte Länge aufwickeln müssen; da ferner aber durch jede neue Schicht der Bewickelung eine bestimmte Vergrößerung des Spulendurchmessers entsteht: so sind nach Verhältniß dieser Verdickung fort und fort weniger Fadenumwindungen auf der Spule erforderlich, um die gleiche Fadenlänge aufzunehmen. Die Differenz der Umdrehungszahlen von Spindel und Spule muß also für jede spätere Schicht kleiner sein, als für die vorhergegangene; mit andern Worten, die Umlaufsgeschwindigkeit der Spule muß stufenweise größer werden, und zwar in einem genau nach der Fadendicke berechneten Maße. Während ihrer Umdrehung steigt die Spule zugleich längs der Spindel auf und nieder, um die Fadenwindungen auf ihrer Länge regelmäßig zu vertheilen; dieß wird erreicht, indem sämmtliche Spulen mit dem Schlitten f' sich langsam heben und senken, und zwar mit solcher Geschwindigkeit, daß genau Windung neben Windung sich legt. Dieß wird der Fall sein, wenn während jeder ganzen Umwindung des Fadens die Spule um eine Fadenbreite fortrückt. Indem nun bei dicker gewordener Spule es länger dauert, bis eine ganze Umwindung vollendet ist: so muß, wie die Drehung der Spule für jede neue Fadenschicht schneller wird, ihre Schiebung für jede neue Fadenschicht verlangsamt werden. Hierzu kommt endlich noch, daß bei den wegen ihrer Wohlfeilheit und geringeren Zerbrechlichkeit jetzt allgemein vorgezogenen zylindrischen Spulen ohne Endscheiben das Abgleiten des Vorgespinnstes nur durch eine eigenthümliche Form der Bewickelung zu verhindern ist. Es muß nämlich der von der Spule aufgenommene Garnkörper eine an beiden Enden konisch abgedachte Form bekommen, wie in Fig. 70 die Vorrathsspulen a, a erkennen lassen. Man erreicht dieß, indem zwar anfangs der Weg, den die Spule in ihrer Schiebung durchläuft, fast ihrer Länge gleich ist; späterhin aber sie diese Bewegung, sowohl auf als nieder, nicht ganz vollendet, sondern mehr und mehr ihren Lauf zwischen engere Grenzen einschließt, also nur auf einem stetig kürzer werdenden mittleren Theile sich bewickelt. Alle diese hier angedeuteten veränderlichen Bewegungen sind Ursache, daß die Spindelbank einen sehr komplizirten Mechanismus von Räderwerk 2c. darbietet, der sie zur künstlichsten Maschine des gesammten Spinnereiwesens macht. Es ist hier nicht unsere Absicht, den Gegenstand in ein weitläufiges Detail zu verfolgen, welches nur dem Mechaniker vom Fach verständlich und interessant sein würde. Deßhalb haben wir auch eine vollständige Abbildung der Betriebs-Mechanismen für überflüssig erachtet; die wenigen in Fig. 70 sichtbaren Stirnräder und Getriebe sind der Einfachheit wegen nur als schlichte Kreislinien (ohne Zähne) dargestellt. Folgende Andeutungen über diesen Theil des Gegenstandes werden genügen.

Die durch eine Riemenscheibe getriebene und mit Schwungrad versehene Hauptwelle ist g'. Ein auf ihr sitzendes, nach Bedürfniß auszuwechselndes Getrieb treibt mittelst eines Zwischenrades (dessen Achse in

den Bogenschlitzen h' verstellbar ist) ein Rad an der Welle i' und diese Welle selbst um. Durch eine fernere Räderverbindung werden von i' die Streckwalzen in Bewegung gesetzt. Andererseits geht von einem eigenen Rade der Hauptwelle g' die Drehung der Spindeln aus, indem mittelst mehrerer zwischengelegter Stirnräder die Achsen c', c' der konischen Räder z in Umlauf gebracht werden. Eben so werden durch die Welle g' und ein Räderwerk, zu dem die in der Figur erscheinenden Räder k', l', m' gehören, die Achsen e', e' der schief gezahnten konischen Räder d' in Betrieb gesetzt. Würde keine andere Einwirkung auf dieses letztere Räderwerk ausgeübt, als die direkt von der Welle g' kommende, so müßten die Spulen u gleichviel Umdrehungen mit den Spindeln v machen. Allein durch den gleichzeitigen Einfluß einer besonderen künstlichen Vorrichtung, des sogenannten Differential-Mechanismus, dessen Bewegung auch in der Welle g' entspringt, wird das die Spulen treibende Räderwerk verzögert, und zwar in verschiedenem Maße, je nachdem die Geschwindigkeit des Differential-Mechanismus größer oder kleiner gemacht wird. Von der Welle i' wird nämlich mittelst eines Riemens ohne Ende ein langer abgestutzter Kegel umgetrieben, dessen Achse durch ein an ihr befindliches Getrieb ein Rad und das mit letzterer auf gleicher Welle befindliche Getrieb p' in Gang setzt; p' aber greift in das Differentialrad o' ein, welches vermöge des mit ihm verbundenen Mechanismus die schon erwähnte Verzögerung des Spulenräderwerkes erzeugt. Je geringer die Geschwindigkeit von o', desto geringer ist die verzögernde Einwirkung desselben; desto mehr nähert sich folglich die Umdrehungszahl der Spulen jener der Spindeln. Indem nun die Maschine selbstthätig den den Kegel treibenden Riemen nach einem dickeren Theile des Kegels ein wenig weiterschiebt, so oft eine Schicht Vorgespinnst um die Spulen aufgewickelt ist, entsteht die früher als nöthig nachgewiesene periodische Veränderung in der Umlaufsgeschwindigkeit der Spulen.

Derselbe Kegel bringt ferner, und zwar wieder durch ein besonderes Räderwerk (wozu das Getrieb q' und das Rad r' gehören), die mit veränderlicher Geschwindigkeit Statt findende Hebung und Senkung des Schlittens f' zuwege; und endlich ist noch ein letzter, ziemlich zusammengesetzter Mechanismus vorhanden, welcher den im Aufsteigen und Niedergehen von dem Schlitten durchlaufenen Weg stufenweise so verkleinert, daß beide Enden der aufgewickelten Vorgespinnstmasse die konisch zulaufende Gestalt annehmen.

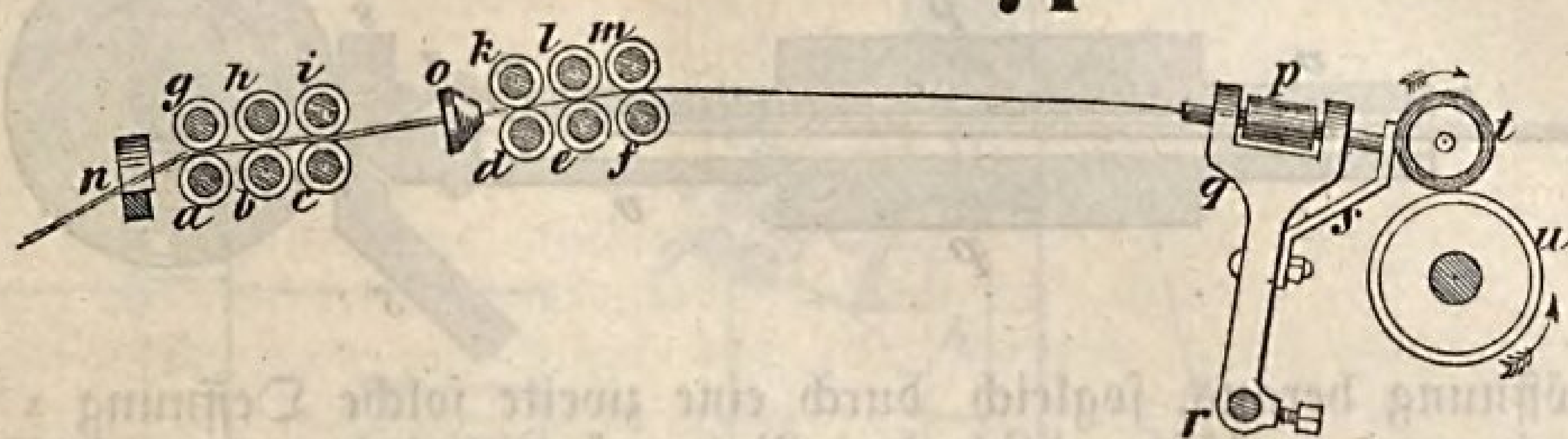
Da mit dem Schlitten f' auch die Spulengetriebe x, die Wellen e', e' mit ihren konischen Rädern d' und dem Rade m' sich heben und senken: so muß, um den Eingriff zwischen k' l', m' nicht zu stören, auch das Rad l' der Bewegung folgen; es lagert deßhalb in dem Gelenkpunkte eines Knies, dessen beide Theile s', t' an den Wellen g' und e' drehbar hängen. u' und v' sind Schutzdeckel über dem Triebwerke der Spulen und Spindeln, um die Arbeiter vor allem Schaden zu sichern, der durch unvorsichtige Annäherung entstehen könnte; sie dienen zugleich zur Abhaltung des Staubes von den Verzahnungen.

Die Spindeln der vorstehend beschriebenen Spindelbank machen 600 Umläufe in 1 Minute; unter dieser Voraussetzung kann jede Spindel in einem Tage von 12 Arbeitsstunden 9000 Fuß Vorgespinnst liefern, welche 1 Pfund wiegen. —

Unter den Maschinen zur Erzeugung ungedrehten Vorgespinnstes werden wir zwei verschiedene erwähnen, welche nebst der Spindelbank jetzt hauptsächlich im Gebrauch sind, nämlich die Röhrenmaschine und die Eklipsmaschine.

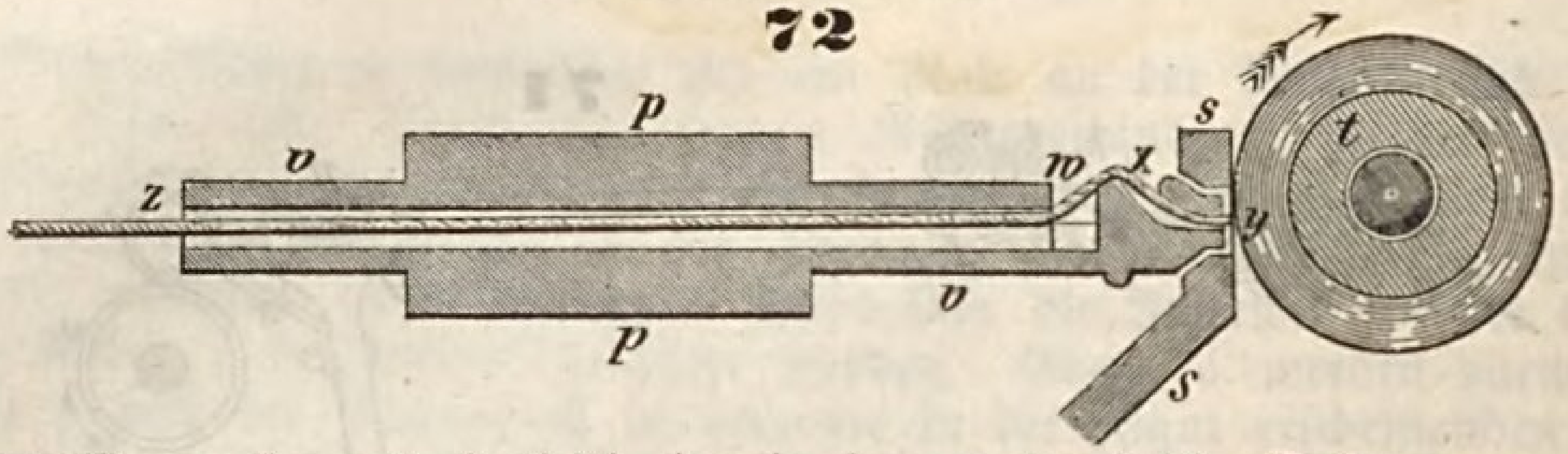
Von dem Wesentlichsten der Röhrenmaschine gibt Fig. 71 einen

71



Begriff. Da man sich derselben gewöhnlich dann bedient, wenn für grobe oder mittelfeine Garne das Vorgespinnst in einer einzigen Operation herzustellen ist, so versieht man sie mit einem doppelten Streckwerke, durch welche die von der Streckmaschine (S. 128) vorbereiteten Baumwollbänder sehr beträchtlich, nämlich auf das Zwanzig- bis Vierzigfache, verlängert werden. Jedes solche Band wird durch eine Gabel bei n in das erste Streckwerk eingeführt, geht von da durch einen Trichter o unter das zweite Streckwerk, und aus diesem nach dem die Drehung hervorbringenden Apparate, um sich endlich auf einer horizontalen Spule aufzuwickeln. Das erste Streckwerk besteht aus drei Riffelwalzen a, b, c und drei lederbekleideten Druckwalzen g, h, i; das zweite eben so aus drei Riffelwalzen d, e, f und drei Druckwalzen k, l, m. Im Vergleich mit der Spindelbank ist die Röhrenmaschine außerordentlich einfach; es fehlen an ihr die Spindeln nebst dem ganzen komplizirten Mechanismus zur Hervorbringung und Regulirung des Spulenumlaufs, und die Drehung des Gespinnstes erfolgt dadurch, daß jeder Faden durch die Höhlung eines etwas geneigt liegenden, 4½ Zoll langen und 2 bis 3 Linien weiten, eisernen Rohres p geht, welches 7000 bis 12000 Mal in 1 Minute um seine Achse läuft. Um bei dieser ungeheuer schnellen Bewegung gehörig der Abnutzung zu widerstehen, müssen die Röhren durch Einsetzen gehärtet sein. Unmittelbar bei seinem Austritt aus dem Rohre wickelt sich jeder Faden auf seine Spule t, welche durch Reibung einer unter ihr befindlichen gußeisernen, fein gekerbten Walze u mit angemessener gleichförmiger Geschwindigkeit umgedreht wird. Die Walzen zum Betriebe sämmtlicher Spulen befinden sich auf einer gemeinschaftlichen Achse. Die Spulen sind von Holz, stecken aber auf eisernen Spindeln, welche ihr Gewicht genügend vermehren, um den gehörigen Druck gegen die Reibungswalzen hervorzubringen. Die eisernen Träger q der Röhren sind bei r auf einer runden Eisenstange befestigt, die sich um sich selbst drehen kann, so daß die schräge Stellung der Träger ein Bestreben nach Anlehnung an die Spulen t erzeugt. Damit indessen die Röhren nicht die Spulen berühren und hierbei das aufgewundene Gespinnst beschädigen können, sitzt an jedem Rohrträger q ein Arm s, durch dessen Oeffnung das Rohrende nicht völlig hindurchreicht, so daß nur der Druck dieses Armes wirksam bleibt, um die aufgewickelten Vorgespinnstschichten zu komprimiren. Das ganze, die Röhren enthaltende Gestell wird vor den Spulen in der Art hin und her bewegt, daß regelmäßig Windung neben Windung sich legt; die Bewickelung erhält auch hier die oben (bei Beschreibung der Spindelbank) erwähnte, an beiden Enden konisch auslaufende Gestalt. Die Beschaffenheit der Röhren ist genauer aus der nach größerem Maßstabe gezeichneten Fig. 72 zu ersehen. p, p bedeutet den dickern mittlern Theil, über welchen der das Rohr umtreibende Riemen ohne Ende geschlagen wird; v, v sind die Hälse oder Zapfen, welche von den Lagern des Trägers q (Fig. 71) aufgenommen werden; t ist die Aufwindspule; s der die Spule schützende und pressende Arm, dessen bei Figur 71 unter gleichem Buchstaben gedacht wurde. Der bei z in das Rohr eintretende Faden geht darin fort, tritt bei w durch eine

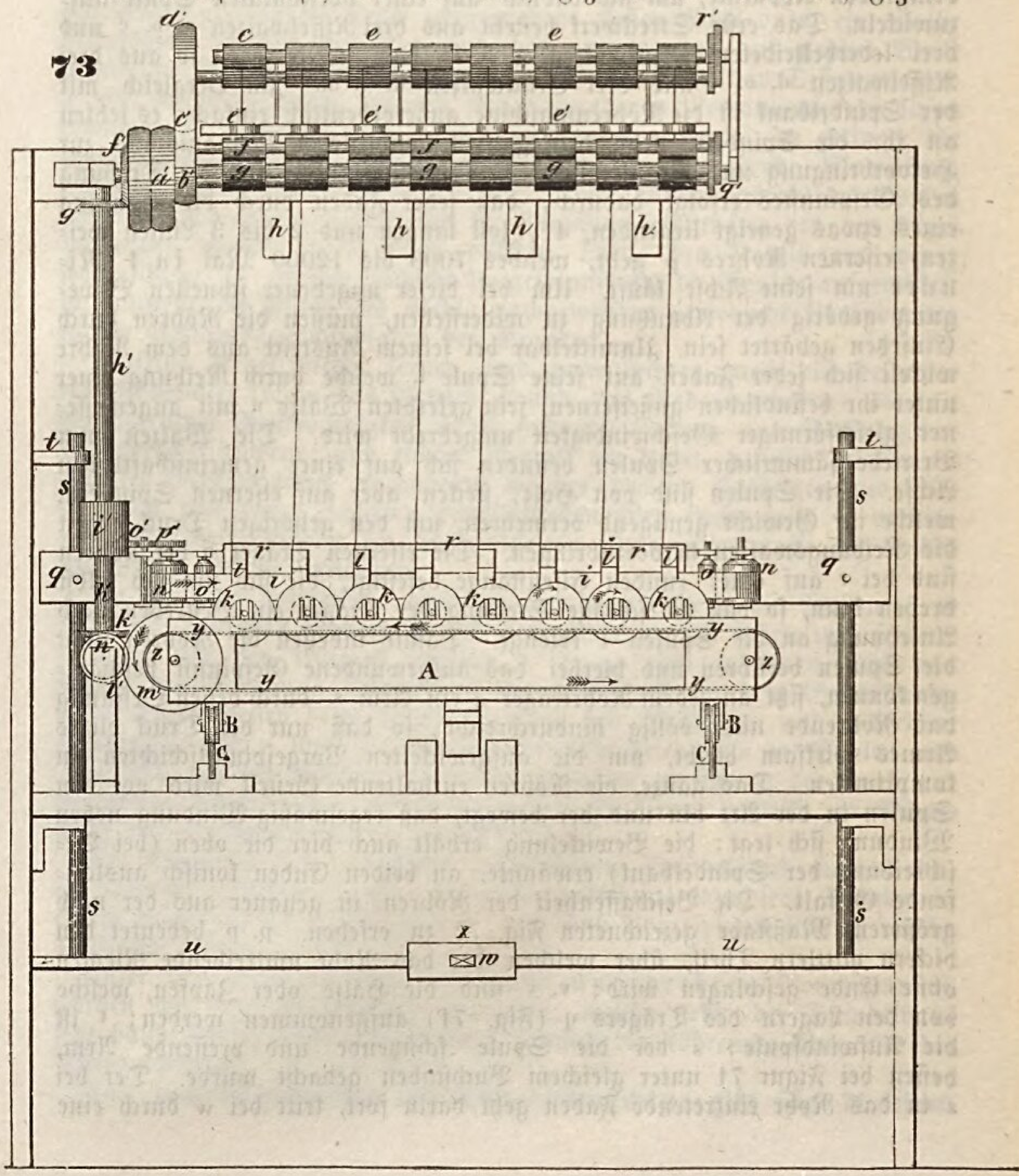
72

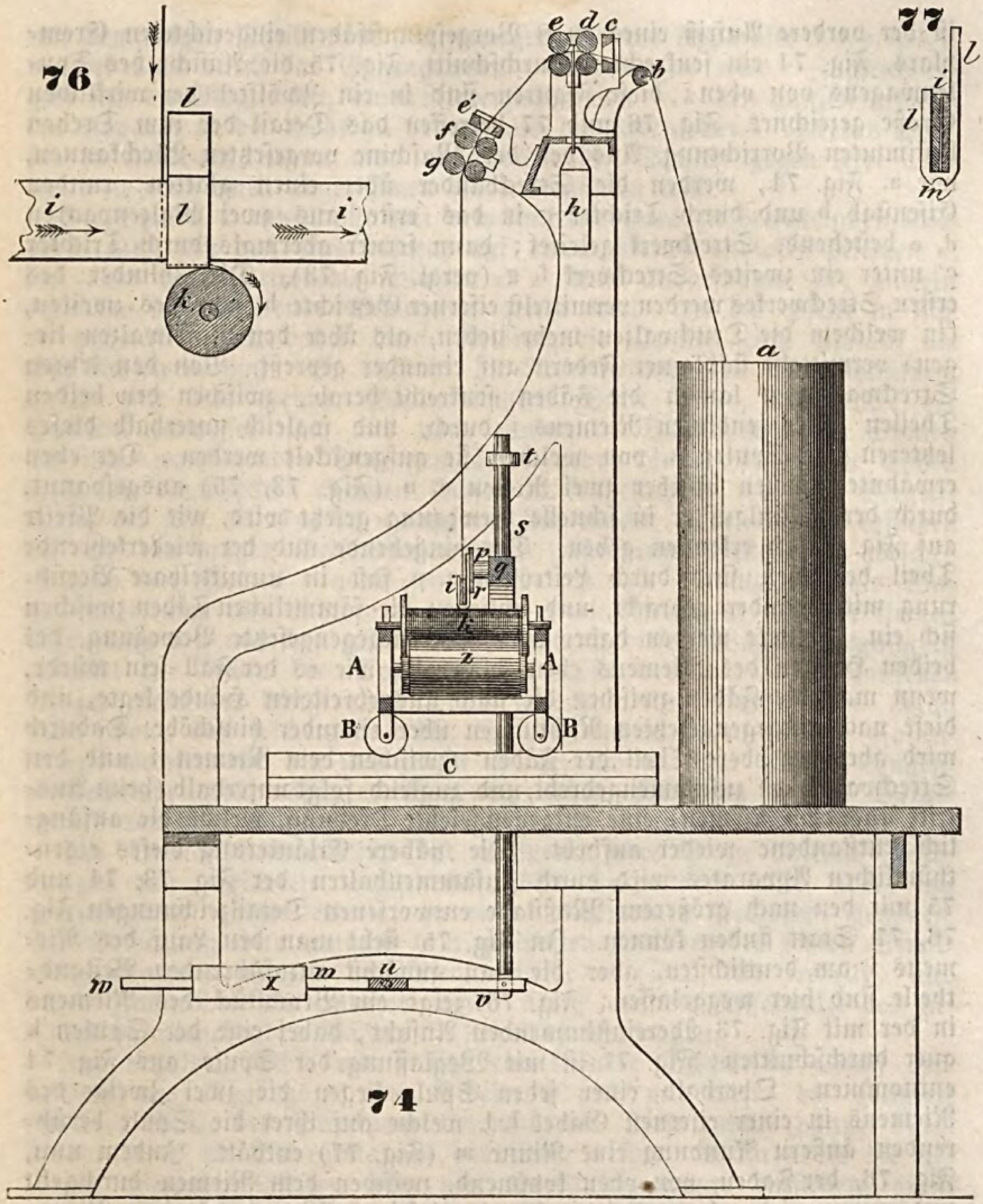


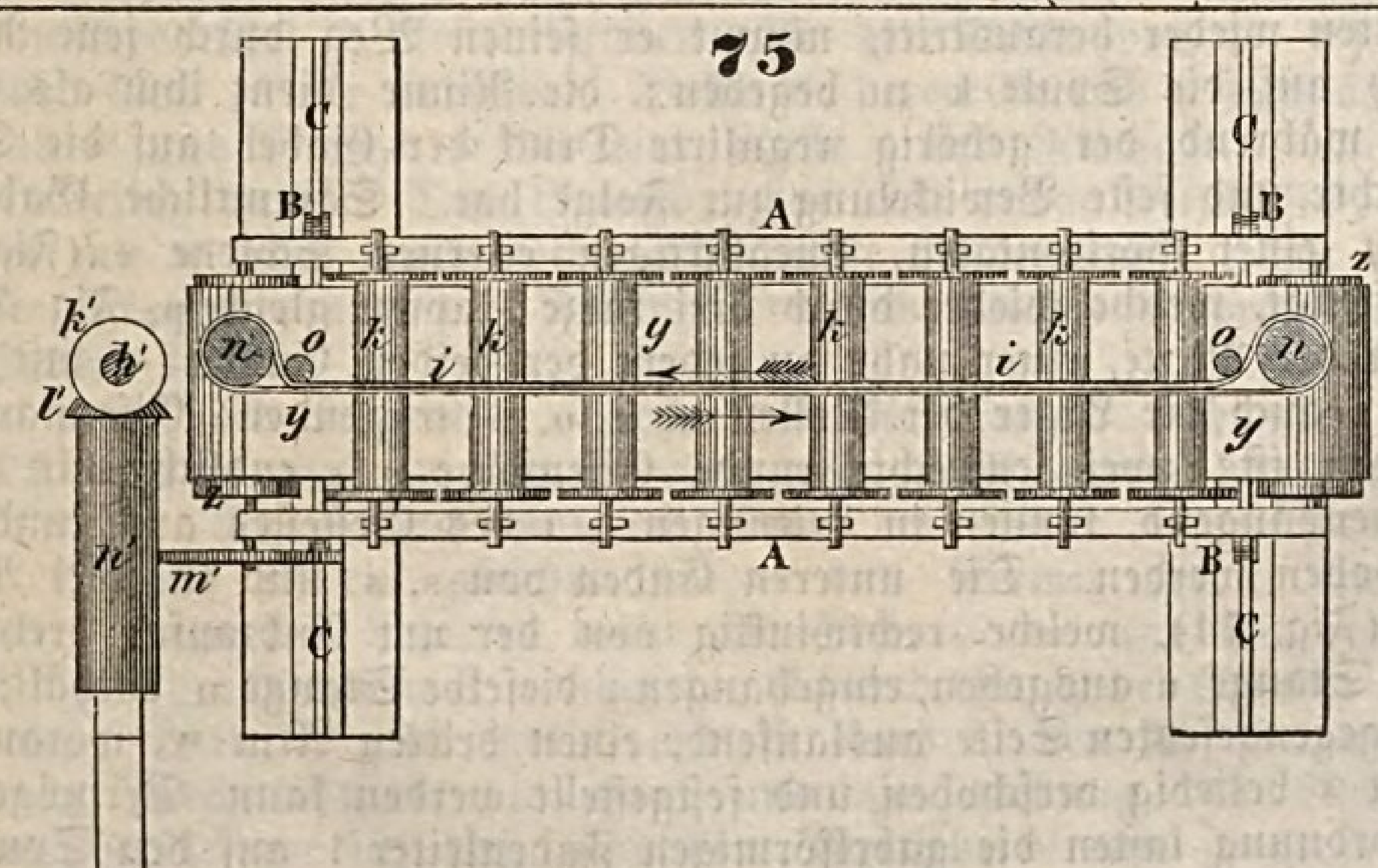
Seitenöffnung heraus, sogleich durch eine zweite solche Oeffnung x wieder hinein, und verläßt endlich das Rohr gänzlich bei y. wo die Spule ihn empfängt. Vermöge dieser Anordnung wird zwischen den Streckwalzen und dem Punkte w des Rohrs der Faden stark zusammengedreht, aber dann auf dem Wege von x bis y eben so stark in entgegengesetzter Richtung gedreht, also vollständig wieder aufgedreht (Vergl. S. 132). Ein jedes Rohr fertigt in einem Tage von 12 Arbeitsstunden 70000 bis 80000 Fuß Vorgespinnst, oder 8 bis 9 Mal so viel, als eine Spindel der oben beschriebenen Spindelbank.

Die **Eklipsmaschine** wird durch Fig. 73 bis 77 erklärt; Fig. 73

73




76
77
74
e d c
b
l
i
l
m
e'
f
g
h
i
l
i
k
a
t
s
p
q
i r
k
z
A
A
B
B
C
w
m
u
x
v


75
C
C
B
B
A
z
k'
h'
l'
n
o
k
k
y
k
i
k
o
n
i
i
y
y
z
n'
m'
A
B
C
C

ist der vordere Aufriß eines zu 8 Vorgespinnstfäden eingerichteten Exemplars, Fig. 74 ein senkrechter Durchschnitt, Fig. 75 die Ansicht des Spulenwagens von oben; diese Figuren sind in ein Zwölftel der wirklichen Größe gezeichnet. Fig. 76 und 77 betreffen das Detail der zum Drehen bestimmten Vorrichtung. Aus den der Maschine vorgesetzten Blechkannen, wie a, Fig. 74, werden die Streckbänder über einen glatten, runden Eisenstab b und durch Trichter c in das erste aus zwei Walzenpaaren d, e bestehende Streckwerk geleitet; dann ferner abermals durch Trichter e' unter ein zweites Streckwerk f. g (vergl. Fig. 73). Die Zylinder des ersten Streckwerkes werden vermittelst eiserner Gewichte h, jene des zweiten, (in welchem die Druckwalzen mehr neben, als über den Riffelwalzen liegen) vermittelst stählerner Federn auf einander gepreßt. Von den letzten Streckwalzen g laufen die Fäden senkrecht herab, zwischen den beiden Theilen eines endlosen Riemens i durch, und sogleich unterhalb dieses letzteren auf Spulen k, von welchen sie aufgewickelt werden. Der eben erwähnte Riemen ist über zwei Rollen n, n (Fig. 73, 75) ausgespannt, durch deren Umlauf er in schnelle Bewegung gesetzt wird, wie die Pfeile auf Fig. 75 zu erkennen geben. Der hingehende und der wiederkehrende Theil desselben sind durch Leitrollen o, o fast in unmittelbare Berührung mit einander gebracht, und schließen die sämmtlichen Fäden zwischen sich ein. Letztere werden daher durch die entgegengesetzte Bewegung der beiden Hälften des Riemens eben so gerollt, wie es der Fall sein würde, wenn man die Fäden zwischen die flach ausgebreiteten Hände legte, und diese nach entgegengesetzten Richtungen über einander hinschöbe. Dadurch wird aber der obere Theil der Fäden (zwischen dem Riemen i und den Streckwalzen g) zusammengedreht, und zugleich folgt unterhalb (beim Austritt aus dem Riemen) eine entgegengesetzte Drehung, welche die anfänglich entstandene wieder aufhebt. Die nähere Erläuterung dieses eigenthümlichen Apparates wird durch Zusammenhalten der Fig. 73, 74 und 75 mit den nach größerem Maßstabe entworfenen Detailzeichnungen Fig. 76, 77 Statt finden können. In Fig. 75 sieht man den Lauf des Riemens i am deutlichsten, aber die nun zunächst anzuführenden Bestandtheile sind hier weggelassen; Fig. 76 zeigt ein Bruchstück des Riemens in der mit Fig. 73 übereinstimmenden Ansicht, dabei eine der Spulen k quer durchschnitten; Fig. 77 ist mit Weglassung der Spule aus Fig. 74 entnommen. Oberhalb einer jeden Spule liegen die zwei Zweige des Riemens in einer eisernen Gabel l, l, welche auf ihrer die Spule berührenden äußern Rundung eine Rinne m (Fig. 77) enthält. Indem nun, Fig. 76, der Faden, von oben kommend, zwischen dem Riemen durchgeht und unten wieder heraustritt, nimmt er seinen Weg durch jene Rinne, um sich auf die Spule k zu begeben; die Rinne dient ihm als Wegweiser, während der gehörig regulirte Druck der Gabel auf die Spule eine dichte und feste Bewickelung zur Folge hat. Sämmtliche Gabeln l sind an einer horizontalen, linealartigen eisernen Schiene r (Fig. 73, 74) befestigt, welche wieder durch drei kurze Zapfen gleich p, Fig. 74 — einer in der Mitte, einer nahe an jedem der beiden Enden — mit einer stärkern (auch die Lager der Rollen n, n o, o tragenden) Eisenstange q verbunden ist; zwei senkrechte runde Eisenstäbe s, s endlich, mit q fest zusammenhängend, können in Leitungen t, t des Gestelles auf- und niedergeschoben werden. Die unteren Enden von s, s sind in zwei Armen wie v (Fig. 74), welche rechtwinklig von der um Endzapfen drehbaren flachen Stange u ausgehen, eingehangen; dieselbe Stange u enthält, nach der entgegengesetzten Seite auslaufend, einen dritten Arm w, worauf ein Gewicht x beliebig verschoben und festgestellt werden kann. Vermöge dieser Anordnung lasten die gabelförmigen Fadenleiter l auf den Spulen k

mit demjenigen Theile vom Gesammtgewichte des Apparates l, r, p, q, s. s, welcher nicht durch das Gegengewicht x aufgewogen wird. Zugleich ergibt sich die Möglichkeit, durch Niederziehen von w, x den ganzen gedachten Apparat in die Höhe zu heben, also die Fadenleiter l von den Spulen zu entfernen, wenn man etwa die vollen Spulen gegen leere austauschen oder einen abgerissenen Faden ergänzen will.

Die Spulen k ruhen alle mit dem Umkreise ihres zu bewickelnden Körpers (nicht mit den Endscheiben) auf einem breiten endlosen Riemen y, der über zwei horizontale Walzen z, z straff ausgespannt ist, mittelst derselben in zirkulirende Bewegung gesetzt wird (wie die Pfeile in Fig. 73 andeuten), und dabei durch Reibung die Spulen zum Umlauf um ihre Achsen nöthigt. So entsteht die Aufwickelung des Vorgespinnstes, welche mit stets gleicher Geschwindigkeit Statt findet, ungeachtet der Spulendurchmesser nach und nach zunimmt. Damit aber die Spulen sich ihrer zunehmenden Dicke gemäß frei heben können, liegen die Enden ihrer lose eingesteckten eisernen Achsen in Gabellagern, wie eine Vergleichung der Fig. 73, 74, 75 genugsam klar macht. Diese Lager befinden sich auf den langen Seitentheilen eines gußeisernen Gestelles A. welches zugleich den Riemen y nebst seinen Walzen z, z enthält, und als Wagen mit seinen vier Rädern B auf den zwei Gleisen C, C einer kleinen Eisenbahn hin und her geht. Die Richtung dieser Wagenbewegung ist parallel zur Achse der Spulen, die Größe des dabei durchlaufenen Weges gleich der Länge einer Spule innerhalb ihrer Endscheiben. Man sieht schon, daß solchergestalt die Spulen, indem sie unter den Fadenleitern wechselweise hin und zurück gehen, sich in ihrer ganzen Längenausdehnung gleichmäßig — Windung neben Windung — mit Vorgespinnst bewickeln müssen.

Der Betriebsmechanismus der Eklipsmaschine ist in unseren Zeichnungen nur theilweise ausgedrückt; das Vorhandene wird aber, mit Hinzufügung einiger Worte, zu einer allgemeinen Uebersicht genügen. Die Bewegung wird zunächst dem geriffelten Zylinder des letzten Streckwalzenpaares g mittelst der Riemenscheibe a′ (Fig. 73) ertheilt, und durch Zahnräder am anderen Ende bei q′ auf die Riffelwalze des zunächst vorausgehenden Paares f (Fig. 74) übertragen.

Auf derselben Achse mit a′ sitzt eine kleinere Scheibe b,′ welche vermittelst des Riemens c′ eine Scheibe d′ und mit dieser die geriffelte (untere) Walze des Streckpaares e umdreht. Diese endlich pflanzt durch Räder bei r′ die Bewegung auf das Paar d fort. Während so die nöthigen Geschwindigkeiten aller vier Streckwalzenpaare entstehen, greift ein konisches Rad f′ (festverbunden mit der Achse von a′, b′) in ein ähnliches Rad g′ der stehenden Welle h′, deren Getrieb i′ vermöge Zwischenrad o′ und Getrieb p′ die eine Rolle n des Riemens i, also diesen Riemen selbst, treibt. Das Getrieb i hat eine etwas beträchtliche Länge, weil es mit o′ auch dann noch im Eingriffe bleiben muß, wenn Letzteres mit der Stange q und den Fadenleitern sich zufolge vergrößerter Dicke der Spulen hebt.

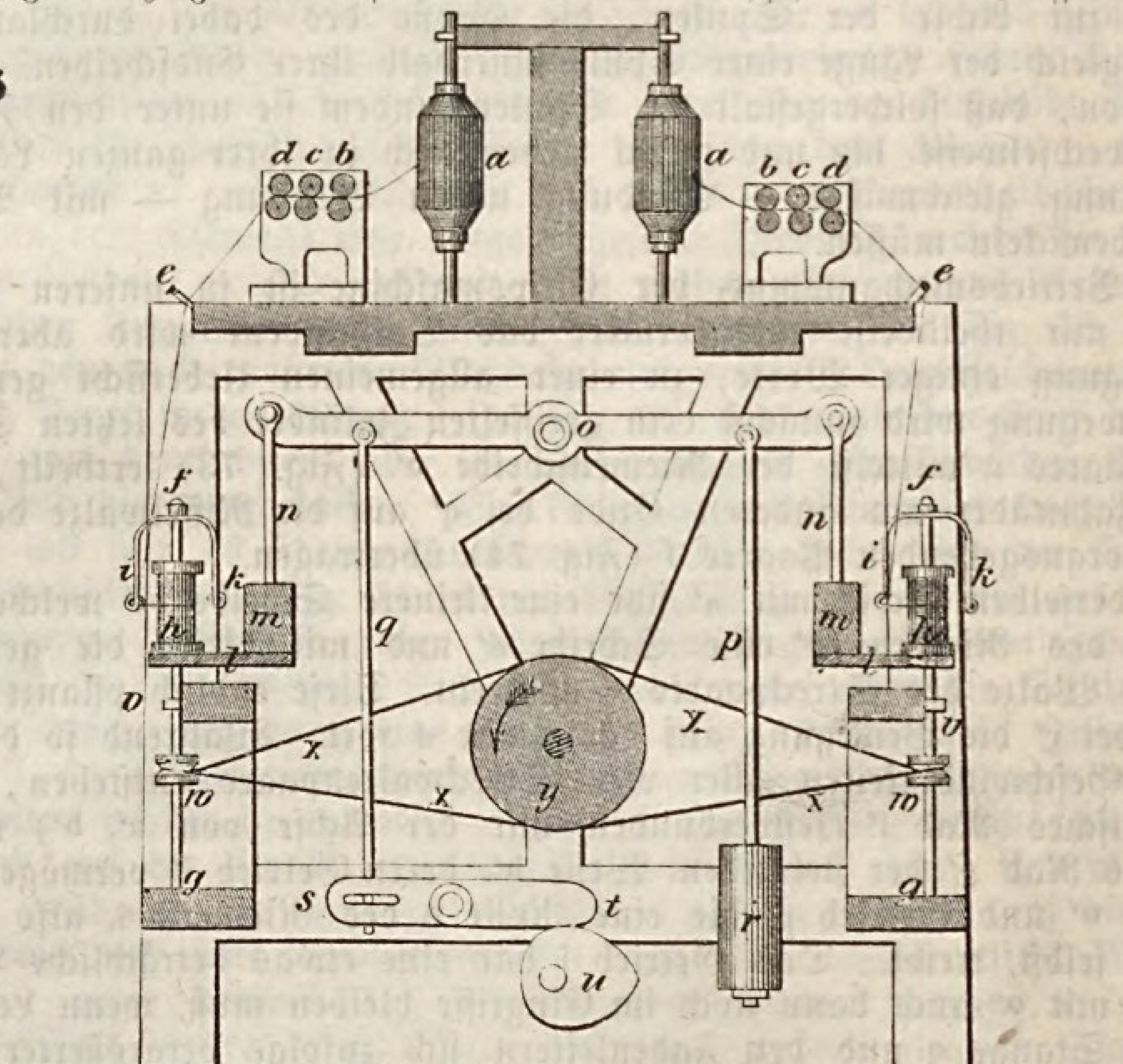
Die nun noch folgenden Theile des Räderwerks sind nicht nur in Fig. 73, sondern auch in Fig. 75 angegeben. Es gehört hierzu zunächst ein konisches Rad k′ am unteren Ende der Welle h′, welches durch seinen Eingriff in ein gleiches Rad l′ das hiermit verbundene lange Getrieb n′ umtreibt. Letzteres dreht ein Stirnrad m′ und mit diesem die eine Walze z des Riemens y, welcher die Achsendrehung der Spulen erzeugt. Von dieser Walze z geht endlich mittelst eines in den Abbildungen nicht sichtbaren Mechanismus die Hin- und Herschiebung des Wagens A aus, welche Ursache ist, daß man dem Getriebe n′ eine so große Länge

geben muß, indem bei der beträchtlichen Ortsveränderung des Rades m′ dessen Eingriff mit n′ nicht gestört werden darf.

Das Feinspinnen. Die Verwandlung des Vorgespinnstes in Garn geschieht auf den Spinnmaschinen oder Feinspinnmaschinen, welche von zwei Hauptgattungen sind, nämlich Watermaschinen und Mulemaschinen. Erstere verrichten das Ausziehen, Drehen und Aufwickeln der Fäden gleichzeitig und ununterbrochen; letztere ziehen einzelne Fadenlängen von ungefähr 5 Fuß aus und drehen dieselben zugleich, wickeln sie aber nachher auf die Spindeln auf, indeß das Spinnen unterbrochen wird. Man nennt eine jede dieser Fadenlängen einen Auszug; und es wechselt also das Spinnen eines Auszuges mit dem Aufwinden desselben ab. Die Watermaschinen dienen vorzüglich zum Spinnen sehr festgedrehter und nicht sehr feiner Garne; auf den Mulemaschinen kann nach Belieben fein und grob, mit schwacher und mit starker Drehung gesponnen werden.

Die ursprüngliche Waterspinnmaschine, von ihrem Erfinder Arkwright so genannt, weil sie die erste durch Wasserkraft getriebene Spinnmaschine war, ist jetzt gänzlich von der Drosselmaschine verdrängt, bei welcher der Spinnprozeß völlig auf dieselbe Weise vor sich geht (daher man sie gewöhnlich auch Watermaschine zu nennen pflegt), aber das Räderwerk, namentlich der Streckwalzen, eine andere Einrichtung hat. Fig. 78 zeigt einen senkrechten Querdurchschnitt der Drosselmaschine.

78



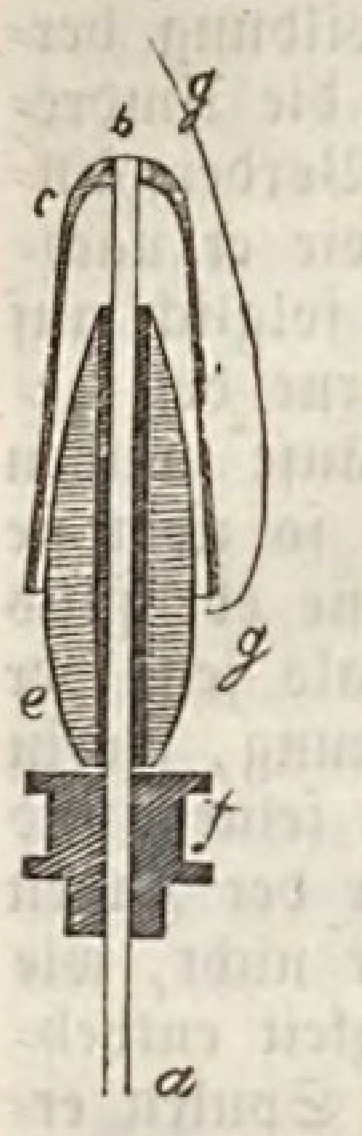
Diese Maschine ist doppelt, d. h. sie enthält auf jeder Seite eine Reihe Spindeln nebst den dazu gehörigen Theilen. Die mit Vorgespinnst angefüllten, von der Spindelbank der Röhrenmaschine, Eklipsmaschine oder einer andern Vorspinnmaschine abgenommenen Spulen sind bei a, a in zwei Reihen aufgestellt, b, c, d sind die drei Reihen Streckwalzen von schon bekannter Einrichtung und Wirkung, durch welche das Vorgespinnst bis zu der für das Garn vorgeschriebenen Feinheit ausgedehnt wird. Nach dem Austritte aus den vordersten Walzen läuft jeder Faden durch ein Drathöhr bei e, und dann senkrecht hinab auf die Spindel f g. Die Spindeln sind von Stahl gemacht und an ihrem unteren Ende, mit welchem sie in einer metallenen Pfanne stehen, gehärtet. Bei o

gehen dieselben durch messingene Lager, mittelst welcher sie ihre aufrechte Stellung behaupten. Die Spulen h, auf welche das Garn aufgewickelt wird, stecken lose auf den Spindeln, und stehen mit ihrer Grundfläche auf der Spulenbank l, an welcher sie sich mittelst einer zwischengelegten Lederscheibe in einem gewissen Grade reiben müssen, um der Umdrehung einen entsprechenden Widerstand entgegenzusetzen. Am obersten Ende trägt jede Spindel einen gabelförmigen Flügel i, k von Eisendraht, durch welchen der Garnfaden auf eine aus der Abbildung hervorgehende Art nach der Spule hineingeleitet wird. Durch die Umdrehung der Spindel wird nicht nur der Faden zwischen den Vorderzylindern d und der Spindel gedreht, sondern auch in dem Maße, wie er nachkommt, von dem Flügel um die Spule herumgeführt und folglich auf letztere aufgewickelt. Da jedoch die Spindel, um dem Garne den gehörigen Grad von Drehung zu geben, sehr viel mehr Umläufe machen muß, als zum Aufwinden des Gespinnstes erfordert werden, so zieht sie mittelst des Fadens selbst die Spule nach sich, und nöthigt sie ebenfalls zur Umdrehung, welche aber etwas weniger schnell ist, als jene der Spindel. Der Faden erleidet hierbei eine gewisse Anspannung, worin gerade die Ursache liegt, daß auf Watermaschinen keine sehr feinen und locker gedrehten Garne verfertigt werden können. Weil aber der Faden jene Anspannung ohne Nachtheil vertragen kann, so ist hier nicht, wie bei der Spindelbank (welche einen ganz lockeren, aller Festigkeit entbehrenden Faden bearbeitet) eine selbständige Umdrehung der Spulen erforderlich. Das Auf- und Absteigen der Spulen längs den Spindeln, um die Fadenwindungen gleichmäßig zu vertheilen, geschieht durch einen Mechanismus, der in der Zeichnung vorgestellt ist. Jede der beiden Spulenbänke l befindet sich an einer starken hölzernen Leiste m, welche gerade auf und nieder beweglich, und an jedem ihrer Enden mittelst einer Stange n an einem Wagebalken o aufgehangen ist, der in der Mitte seinen Drehungspunkt hat. q ist ein Eisenstab, welcher den Wagebalken mit einem zweiarmigen Hebel s, t verbindet; p ein anderer Stab, an welchem das Gewicht r hängt. Eine herzförmige Scheibe u hebt bei jeder Umdrehung langsam den Arm t des Hebels s, t, und läßt ihn dann allmälig wieder sinken, welche letztere Bewegung von dem Gewichte r veranlaßt wird. Daher steigen die beiden Spulenbänke sammt den Spulen abwechselnd auf und nieder, wobei der Weg, den sie durchlaufen, gerade gleich der Länge der Spulen h ist.

Die Bewegung der ganzen Maschine geht von der Achse einer langen Walze oder Trommel y aus, welche mittelst endloser (über die Rollen w, w geschlagener) Schnüre wie x, x, die Spindeln, und mittelst verzahnter Räder die Streckwalzen b, c, d, so wie die Herzscheibe u treibt. Die Trommel macht gewöhnlich etwa 600 Umläufe in 1 Minute, und da ihr Durchmesser das Sechs- oder Siebenfache von jenem der Spindelrollen w ist, so machen die Spindeln 3600 bis 4200 Umläufe per Minute. Man gibt den Watermaschinen meist 96 oder 120 Spindeln, die Hälfte in jeder der beiden Reihen. Zur Bedienung von 240 Spindeln in 2 doppelten Maschinen ist ein erwachsenes Mädchen, welches im Andrehen der gerissenen Fäden von einem Kinde unterstützt wird, erforderlich. Die mittlere Produktion in einer Woche von 69 Arbeitsstunden beträgt 24 Zahlen oder Schneller von Nr. 30, auf jede Spindel. Die vordersten Streckwalzen machen bei 1 Zoll Dicke gewöhnlich 60 bis 100 Umgänge per Minute. Das Vorgespinnst wird auf die 4- bis 10fache Länge gestreckt. — Das auf Watermaschinen gesponnene Garn (Watertwist) ist durch seine feste Drehung vorzugsweise zur Kette starker Stoffe geeignet, und wird außerdem, gezwirnt, zum Stricken und Nähen angewendet.

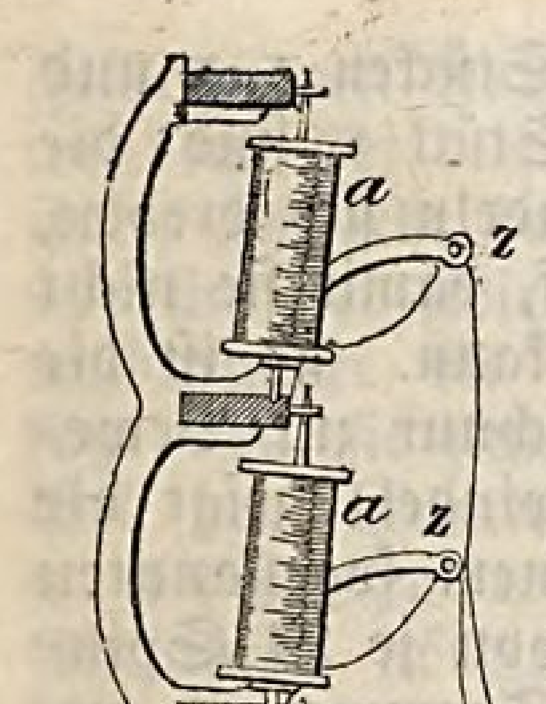
Unter den mannichfaltigen neueren Verbesserungen der Watermaschinen, namentlich in Betreff der Spindeln, heben wir Danforth's amerikanische Patent-Spindel hervor, welche sich dadurch auszeichnet, daß sie eine schnellere Bewegung gestattet, also eine größere Leistung gewährt, und zugleich zum Spinnen schwach gedrehter Garnsorten angewendet werden kann. Fig. 79 gibt eine Vorstellung derselben im Durchschnitte. Die Spindel a, b steht fest, und wird nicht um ihre Achse gedreht. Die lose darauf steckende Spule ist ein Rohr, woran sich unten die Schnurrolle f befindet, mittelst welcher die Spule 6000 Mal in einer Minute um ihre Achse gedreht wird. c, d ist eine Art Glocke, welche auf das obere Ende der Spindel gesetzt ist, und mit dieser letzteren unbeweglich steht. Indem der Faden g, g von den Streckwalzen herabkommt, wendet er sich um den unteren Rand der Glocke auf die Spule, während diese sammt ihrer Rolle f längs der Spindel auf und niedersteigt, um sich überall gehörig zu bewickeln. Damit die in der Zeichnung sichtbare bauchige Gestalt des Kötzers e entsteht, ist die Geschwindigkeit des Auf- und Absteigens ungleichförmig und nach einem entsprechenden Gesetze regulirt. Der außerordentlich schnelle Umschwung der Spule führt den Faden rings um die Glocke, und gibt ihm seine Drehung; die Aufwickelung wird dadurch bewirkt, daß der Faden sich an dem Rande der Glocke reibt, und daher stets ein wenig hinter der Spule zurückbleibt. Die so entstehenden Kötzer haben nur den Fehler, daß sie zu locker gewunden sind und daher beim Abhaspeln viel Abfall geben. Die Spannung, welche der Faden auszuhalten hat, ist sehr gering, und das Gespinnst bedarf daher keiner starken Drehung. Eine solche Spindel liefert in 12 Arbeitsstunden die erstaunliche Quantität von $7\frac{1}{2}$ Schneller (18900 engl. Fuß Faden) Nr. 30.

79



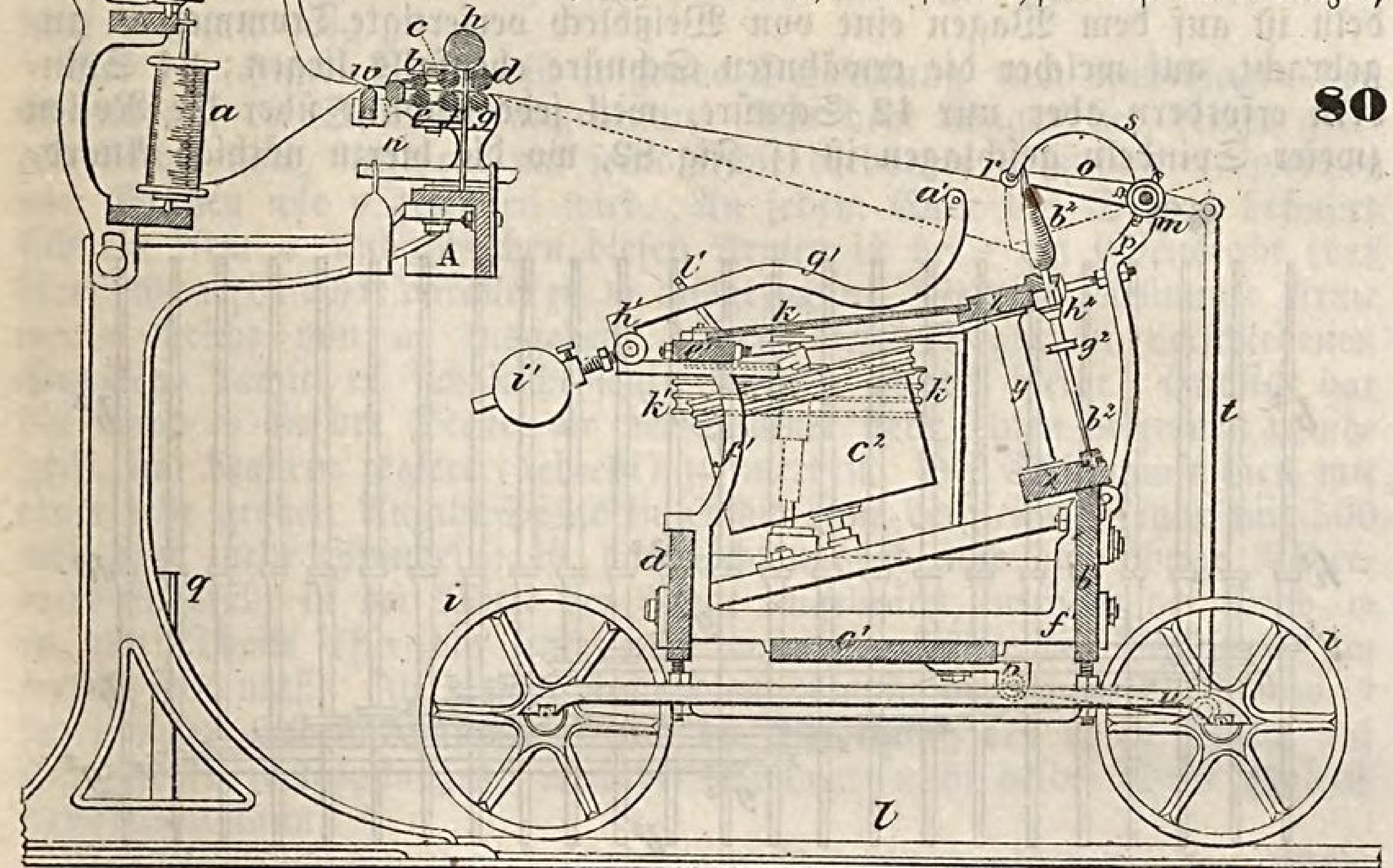
Die Mulespinnmaschine hat ihren Namen daher erhalten, daß sie durch die Kombination wesentlicher Bestandtheile von zwei älteren Arten Spinnmaschinen entstand (nämlich der Jenny- und der Watermaschine), also gleichsam ein Bastard wie das Maulthier (mule) ist. Man nennt sie auch wohl Mule-Jenny. Fig. 80 ist ein senkrechter Durchschnitt der Mulemaschine, worin die Haupttheile angegeben sind. Eine ins Detail gehende Beschreibung würde viele und große Figuren erfordern, weßhalb hier nur die wesentlichsten Punkte in Betreff der Einrichtung und des Gebrauchs dieser ungemein sinnreichen Maschine angeführt werden können.

Die Maschine besteht aus zwei Hauptabtheilungen: einer feststehenden, welche gewisser Maßen einer Watermaschine entspricht, und einer beweglichen, dem sogenannten Wagen, welche von der ehemals zum Baumwollspinnen gebräuchlichen Jenny-Maschine entlehnt ist. Der feststehende Theil enthält in einem gußeisernen Gestelle die Streckwalzen, die hinter denselben in drei Reihen übereinander aufgestellten Vorgespinnst-Spulen a, a, a, und die größere Hälfte des Bewegungs-Mechanismus; auf dem Wagen befinden sich die Spindeln nebst dem Reste des Bewegungs-Apparates. b, c, d sind die drei Reihen Riffelwalzen des Streckwerks; e, f, g die mit Leder überzogenen Druckwalzen; h eine hölzerne Putzwalze, welche einen Ueberzug von Flanell hat, von Zeit zu Zeit mit Kreide eingerieben wird, und die Lederwalzen, auf welchen sie liegt, von sich anhängenden Baumwollfasern reinigt. Einiges Nähere über diese verschiedenen Walzen ergibt sich aus dem nach größeren Maßstabe ge-

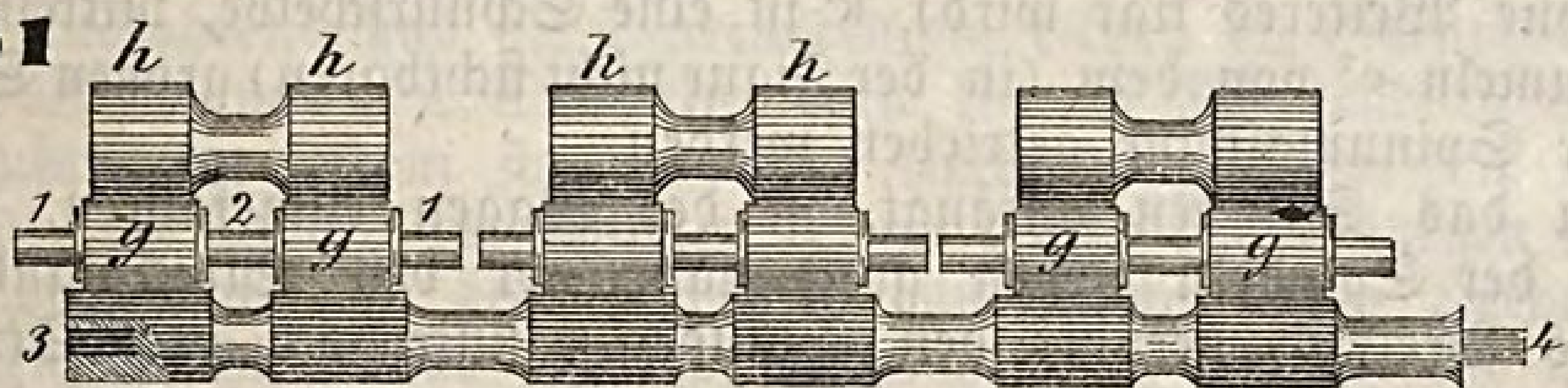


zeichneten Aufrisse Fig. 81. Die Riffelwalzen d (und eben so auch b, c) sind, durch die ganze Länge der Maschine hin, aus aneinander gekuppelten Stücken von je 6 Zylindern oder Bahnen zusammengesetzt. Jedes solche Stück endigt einerseits mit einem vierkantigen Zapfen 4, und enthält andererseits bei 3 ein viereckiges Loch, in welches der Zapfen eines darauf folgenden Stückes eingeschoben wird. Von den glatten Hälsen zwischen den geriffelten Bahnen ist wechselweise einer kürzer,

80



81

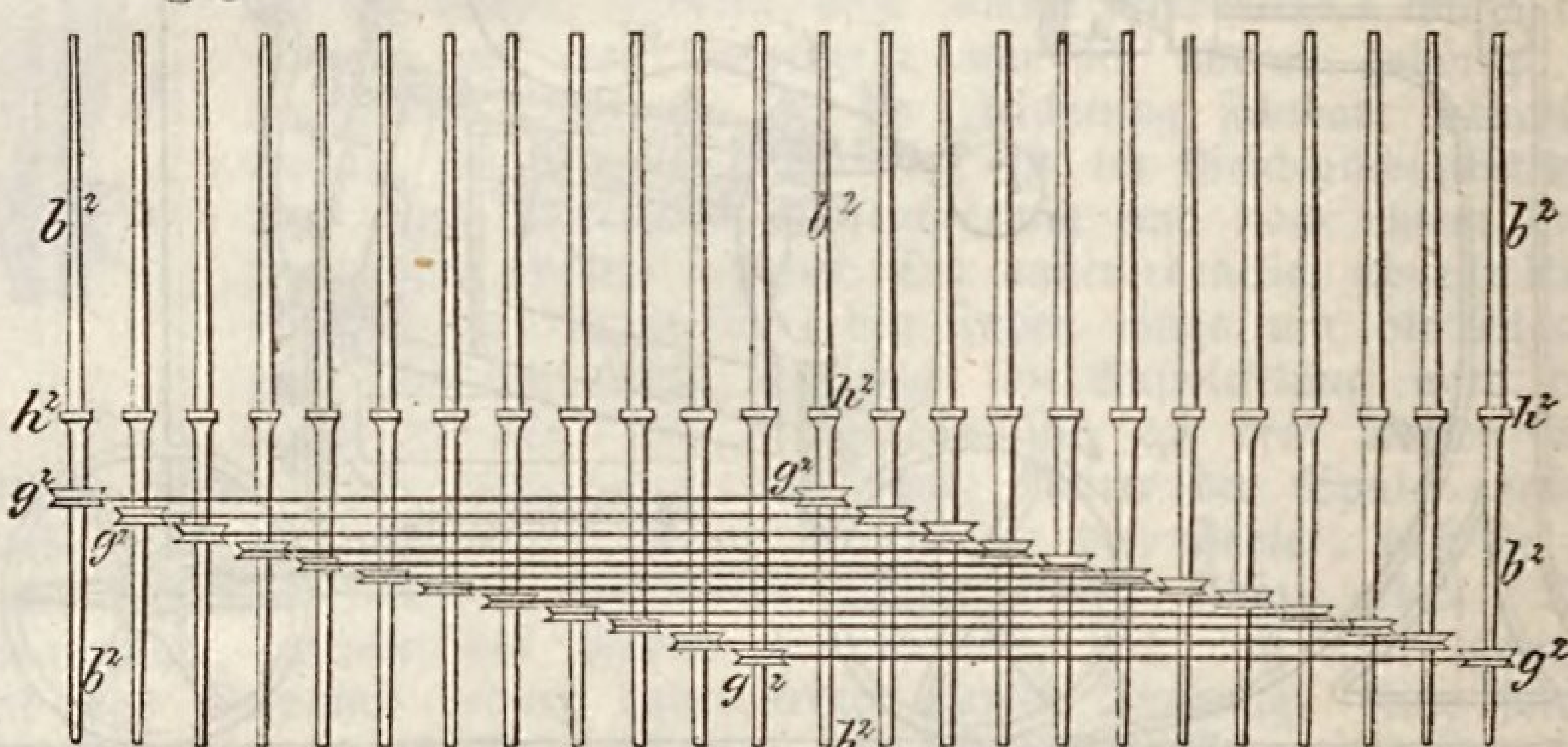


einer länger; die längeren werden zum Theil als Lagerzapfen benutzt, um die lange Zylinderreihe in angemessenen Entfernungen zu unterstützen. Die Druckwalzen g, g (übereinstimmend auch jene in Fig. 80, mit e, f bezeichneten) bestehen zu zwei und zwei aus Einem Stücke, haben Zapfen 1, 1 zur Lagerung, und Hälse 2 zur Anbringung des Beschwerungsapparates. Auch die Putzwalzen h sind zu zweien aus einem Ganzen gedreht, bedürfen aber keiner Zapfen, weil sie auf den vordern und mittleren Druckwalzen zugleich (ohne weitere Belastung als ihr eigenes Gewicht) liegen. Das ganze Streckwerk ist auf einer gußeisernen Bank A angebracht, welche die nöthigen Lager u. s. w. trägt. Von den Spulen a, a, a gehen die Vorgespinnstfäden über horizontale Drähte z, z nach den Streckwalzen herab, wobei sie durch Drahtöhre auf der Stange w, und dann noch über eine andere Stange n laufen, bevor sie in die Hinterzylinder b, e eintreten.

Der **Wagen** besteht aus zwei gußeisernen Seitenstücken oder Wänden und mehreren gußeisernen Zwischenstücken wie f', welche alle an den Brettern b', c', d', e' befestigt sind. Eine Bretterdecke k verschließt ihn von oben. Mittelst gußeiserner Räder wie i, i läuft er auf eisernen Gleisen l, welche an dem Fußboden angebracht sind. Zur Aufstellung der Spin-

deln b^2 dient eine Art Rahmen, aus den zwei langen Stücken x, x und mehreren Säulen wie y gebildet. Auf dem untern Stück x sind die messingenen Pfannen, in welchen die Fußenden der Spindeln sich drehen, angebracht; bei h^2 hat jede Spindel einen kleinen Knopf, damit sie nicht sich in die Höhe heben und aus der Pfanne springen kann. g^2 ist die kleine gußeiserne Schnurrolle, auf welcher die endlose Schnur zur Bewegung der Spindel liegt. b^2 (am obern Theile der Spindel) zeigt die schlank birnförmige Gestalt, in welcher das Garn zu einem sogenannten Kötzer oder Cop aufgewunden wird. Zum Betriebe von je 24 Spindeln ist auf dem Wagen eine von Weißblech verfertigte Trommel c^2 angebracht, auf welcher die erwähnten Schnüre ebenfalls liegen; 24 Spindeln erfordern aber nur 12 Schnüre, weil jede Schnur über die Rollen zweier Spindeln geschlagen ist (s. Fig. 82, wo die hierzu nöthige Anord-

82



nung ohne Weiteres klar wird). k' ist eine Schnurscheibe, mittelst welcher die Trommeln c^2 von dem (in der Figur nicht sichtbaren) großen Schwungrade der Spinnmaschine getrieben werden.

Wenn das Spinnen anfängt, ist der Wagen eingefahren, d. h. die Spitzen der Spindeln stehen ganz nahe vor den Streckzylindern d, g und das Brett d' berührt den Ständer q unterhalb des Streckwerks. Fangen nun die Walzen an sich zu drehen, um den aus dem Vorgespinnste zu gehöriger Feinheit gestreckten Faden herauszuführen, so tritt auch, durch den Mechanismus getrieben, der Wagen seinen Weg an, wobei er sich von den Streckwalzen entfernt, so daß die an den Spitzen der Spindeln befestigten Fäden stets angespannt bleiben. Ja der Wagen geht sogar noch etwas schneller, als der Umkreis der vordersten Streckwalzen, und es wird daher der Faden noch ein wenig nachgestreckt. Zugleich drehen sich die Spindeln schnell um ihre Achse, und geben dem Gespinnste vorläufig einen Theil der erforderlichen Drehung. Sobald der Wagen völlig ausgefahren ist, d. h. den Auszug von ungefähr 5 Fuß vollendet hat, stehen die Streckwalzen augenblicklich still; der Wagen als Ganzes ist nun in Ruhe, aber die Spindeln drehen sich noch eine kurze Zeit fort und beendigen die Drehung der Fäden, welche nicht während des Ausfahrens vollständig gegeben werden konnte, um der Dehnung kein Hinderniß in den Weg zu legen. Man nennt diesen Theil der Drehung, welcher erst dem schon völlig ausgezogenen Faden ertheilt wird, die Dareindrehung oder das Nachzwirnen.

Nach vollendeter Dareindrehung muß der Wagen sogleich eingefahren, d. h. wieder zu den Spindeln hinbewegt werden, um ihn in die Stellung zu bringen, wo ein neuer Auszug beginnen kann, und um den

gesponnenen Auszug aufzuschlagen, d. h. auf die Spindeln aufzuwinden. Bei den meisten Maschinen (welche sogenannte Hand-Mules sind) geschieht das Einfahren von einem Arbeiter, welcher den Wagen vor sich her schiebt, und zugleich die Kurbel des Schwungrades dreht, wodurch er die Spindeln zum Behuf des Aufschlagens in Umdrehung setzt, da sie nun nicht mehr von dem Mechanismus getrieben werden. Bei den neuerlich aufgekommenen selbstwirkenden Mulemaschinen (Selfaktors) hingegen bringt der Mechanismus auch alle beim Einfahren nöthigen Bewegungen hervor, und das Amt des Spinners fällt demnach weg.

Bei den Hand-Mules ist folgende Vorrichtung zum Aufschlagen des Garns auf die Spindeln angebracht. Vor dem Wagen her, seiner ganzen Länge nach, liegt ein um seine Achse drehbarer Eisenstab m, welcher von Stützen wie p getragen wird. An jedem Ende des Stabes befindet sich ein Arm o und zwischen diesen Armen ist bei r ein Eisendraht (der Aufschlagdraht) parallel zu m ausgespannt. Mehrere gekrümmte Arme wie s, welche von m ausgehen, halten diesen Draht in verschiedenen Punkten, damit er sich nicht senkt, sondern gerade bleibt. Endlich hat der Stab m an der Stelle, wo der Spinner steht, einen hölzernen Handgriff, um bequem regiert (gedreht) zu werden. Bei Spinnmaschinen mit einer sehr großen Anzahl Spindeln (man baut dergleichen sogar mit 500 und noch mehr Spindeln) ist das Schwungrad und das übrige Räderwerk ungefähr in der Mitte der Länge angebracht, wonach der Stab m in zwei Theile (für die linke und die rechte Hälfte der Maschine) getrennt sein muß. In diesem Falle dient ein in der Figur durch t, u, v bezeichneter Hebelmechanismus, um die Bewegung des einen Theils auf den andern fortzupflanzen, weil der Spinner nicht beide Theile zugleich handhaben kann.

Der Gebrauch der eben beschriebenen Vorrichtung ist folgender. Während des Ausfahrens und der Dareindrehung bilden die Garnfäden einen stumpfen Winkel mit den Spindeln, und können sich deßhalb nicht auf letztere aufwickeln, indem sie bei deren Umdrehung immerfort über die glattgerundeten Spitzen herabgleiten. Beim Einfahren hingegen faßt der Spinner den Handgriff des Stabes m, und bringt durch Drehung des letzteren den Aufschlagdraht r. herab, wobei die von dem Drahte niedergedrückten Fäden die in der Abbildung punktirt bezeichnete Lage annehmen. In dieser Lage können sie sich, wenn die Spindeln sich umdrehen, und zugleich der Wagen eingefahren wird, aufwinden. Mehr oder weniger weit niedergezogen, bringt der Draht die Fäden auf verschiedene Stellen der Spindeln, und der Spinner erreicht auf diese Weise die bauchige, birnähnliche Gestalt der Kötzer, welche sich am besten dazu eignet, viel Garn mit gehöriger Sicherheit vor dem Heruntergleiten aufzuschlagen.

Der Aufschlagdraht allein genügt jedoch nicht, um das Aufwinden ordnungsmäßig zu verrichten; denn es sind fast immer einige Fäden vorhanden, welche schlaff hängen und deßhalb von ihm nicht erreicht werden. Man bringt daher einen Gegendraht bei a' unter den Fäden an, und spannt ihn zwischen Hebeln gleich g' aus, welche ihren Drehungspunkt in h' und am hintern Arme ein Gewicht i' haben. Ein Winkelstück l' beschränkt das Aufsteigen des Hebels g' und also des Drahts. Letzterer hat die Bestimmung, den Garnfäden als eine stützende Unterlage zu dienen, damit sie nicht durch zu tiefes Hinabsinken außer den Bereich des Aufschlagdrahtes r kommen.

In dem Augenblicke, wo das Einfahren vollendet ist und der Wagen wieder dicht vor den Streckwalzen steht, fangen letztere wieder an, sich zu bewegen, und der ganze schon oben beschriebene Vorgang wiederholt

sich von da an. Ein Spinner bedient zwei Mulemaschinen, welche mit den Wägen gegen einander gekehrt sind, und von welchen die eine von selbst ausfährt, während der Spinner an der andern mit dem Einfahren beschäftigt ist. Die quantitativen Leistungen der Mule hängen, außer der Feinheit des Garns, von mancherlei Umständen ab, lassen sich daher nicht im Allgemeinen genau festsetzen. Beim Spinnen von Garn Nr. 20 bis 36 geschehen gewöhnlich 2 bis 3 Auszüge in 1 Minute, wenn es Kettengarn, und nahe 3, wenn es Einschußgarn (von schwächerer Drehung) ist; bei Nr. 50 bis 100 zwei Auszüge, und bei Nr. 100 bis 150 Ein Auszug per Minute. Die vordersten Streckwalzen, welche 1 Zoll im Durchmesser haben, machen 30 bis 50 Umgänge auf 1 Minute. Das Vorgespinnst erleidet eine Streckung auf die 4- bis 15fache, zuweilen gar 20fache Länge. Eine Mule-Spindel produzirt, nach durchschnittlicher Annahme, wöchentlich (in 6 Arbeitstagen) 21 Schneller von Nr. 20, 18 Schneller von Nr. 50, 14 Schneller von Nr. 80, 10 Schneller von Nr. 120.

Die schon erwähnten Selfaktors haben sich gegenwärtig, hauptsächlich in England, schon bedeutend verbreitet; bedürfen zur Bedienung nur Kinder, um die Vorgespinnstspulen aufzustecken, die gerissenen Fäden zu ergänzen, die Kötzer von den Spindeln abzuziehen, und spinnen sehr schönes Garn bis zu Nr. 40 hinauf. Die ersten Selfaktors wurden von den Herren Eaton, ehemals zu Manchester, gebaut, aber wegen ihrer zusammengesetzten Konstruktion und ihrer geringen Leistung bald wieder abgeschafft. De Jongh erhielt zwei Patente für selbstwirkende Mulemaschinen, und setzte 12 derselben in einer Spinnerei zu Warrington in Gang, jedoch ohne glücklichen Erfolg.

Die erste Annäherung zur erfolgreichen Lösung der in Rede stehenden Aufgabe war die Erfindung eines Selfaktors von Roberts zu Manchester, wobei einer der Hauptpunkte darin bestand, das Aufwinden des Garns zu fehlerfreien Kötzern zu reguliren. Die gänzliche Neuheit und große Scharfsinnigkeit dieser Erfindung wurde allgemein anerkannt, und ließ die völlige Erreichung des so lange erstrebten Zieles erwarten. Für diese Einrichtung wurde 1825 ein Patent genommen, und mehrere Maschinen wurden mit derselben versehen, welche noch jetzt mit gutem Erfolge arbeiten. Im Jahre 1830 erhielt Roberts ein Patent für gewisse Verbesserungen, und durch die Kombination seiner beiden Erfindungen stellte er einen Selfaktor her, welcher nach dem allgemeinen Urtheile die größten Erwartungen übertraf und in großer Ausdehnung zur Anwendung kam. Im Jahre 1839 waren in Großbritannien schon über eine halbe Million Spindeln nach der Konstruktion von Sharp, Roberts u. Komp. zu großer Zufriedenheit ihrer Besitzer im Gange. Die Vortheile dieses Selfaktors sind folgende:

Der Arbeitslohn eines Spinners für je zwei Mulemaschinen wird erspart, indem nur die Kinder zum Ergänzen der abgerissenen Fäden, und ein Aufseher zu 6 bis 8 Paar Maschinen erforderlich sind. Die Garnproduktion ist um 15 bis 20% größer, als bei Hand-Mules. Das Garn hat eine gleichförmigere Drehung, und wird nicht während des Spinnens und Aufwindens ungehörig angespannt, reißt daher weniger oft und ist, da die Fäden seltener angestückelt werden, gleichförmiger. Die Kötzer sind fester gewickelt, von besserer Gestalt und alle übereinstimmend geformt; enthalten wegen ihrer größeren Derbheit um ein Drittel bis zur Hälfte mehr Garn (bei gleicher Größe) als die auf Hand-Mules erzeugten; unterliegen weniger der Beschädigung beim Verpacken und Versenden. Die Kosten des Einpackens und des Transports (sofern bei letzterem das Volumen berücksichtigt wird) sind vermindert. Das Garn reißt beim Abhaspeln der regelmäßiger gewundenen Kötzer nicht so oft

ab, gibt also einen geringern Abfall. Die beim Weben zum Einschusse unabgespult verarbeiteten Kötzer sind gleichfalls weniger dem Reißen des Fadens unterworfen; und da sie mehr Garngewicht enthalten, so ist der Abfall an kleinen Resten, welche nach dem Verweben der Kötzer übrig bleiben, verhältnißmäßig geringer. Wegen der verschiedenen schon angeführten Umstände können die mechanischen Webstühle, worauf man das Garn verarbeltet, einen rascheren Gang erhalten, also mehr Waare liefern, welche letztere zugleich schöner ist, weil nicht so viel fehlerhafte, durch Fadenbrüche entstehende Stellen darin sind.

Auf neuere Verbesserungen der selbstwirkenden Mule sind verschiedene Patente genommen worden.

Die Baumwollgarne werden in Strähne oder so genannte Schneller gehaspelt, welche aus 7 Gebinden bestehen, in jedem Gebinde 80 Fäden von 1½ Yards, im Ganzen also 840 Yards (2520 engl. Fuß oder 980 Wiener Ellen) enthalten. Die Anzahl solcher Schneller, welche zusammen 1 engl. Pfund wiegen, ist die Nummer des Garns, wodurch dessen Feinheit ausgedrückt wird. Man spinnt von Nr. 8 bis 300, in seltenen Fällen sogar Nr. 500 und darüber; im Handel kommen Gespinnste feiner als Nr. 240 wenig vor.

Beil. Ein bekanntes, der Art ähnliches, aber kleineres, mit einem kürzeren Stiele versehenes und an der Klinge der Regel nach nur von Einer Seite her angeschliffenes Werkzeug, welches zum Behauen des Holzes von Zimmerleuten, Tischlern, Drechslern, Wagnern, Faßbindern &c. gebraucht wird. Nach seiner verschiedenen Bestimmung ist es kleiner oder größer, mit kurzer oder langer, fast gerader oder stark gekrümmter Schneide versehen. Eben so mannichfaltig als die Gestalt, sind die Benennungen desselben (z. B. Breitbeil, Handbeil, Richtbeil u. s. w.).

Beinschwarz, Beinkohle, Knochenkohle. — Wenn Knochen in verschlossenen Gefäßen einer Glühung unterworfen werden, so nehmen sie durch Verkohlung der in ihnen enthaltenen organischen Substanz eine schwarze Farbe an. Die so gewonnene Knochenkohle findet in der Technik zwei wichtige Anwendungen; sie dient erstens als Entfärbungs- und Reinigungsmittel gefärbter Flüssigkeiten, besonders des Zuckersyrups in der Zuckerraffinerie und der Fabrikation des Runkelrübenzuckers, und zweitens als schwarzer Farbstoff.

Lowitz in Petersburg machte zuerst auf die fäulnißwidrige und entfärbende Wirkung der Kohle im Allgemeinen aufmerksam; nach ihm haben sich mehrere Techniker mit genauen Untersuchungen über die verhältnißmäßige Wirksamkeit verschiedener Kohlenarten beschäftigt. Im Jahre 1798 machte Kels Beobachtungen über die Entfärbung von Indigo, Safran, Krapp und andern gefärbten Flüssigkeiten bekannt, stellte aber die theilweise irrige Behauptung auf, daß Holzkohle wirksamer sei, als Beinkohle.

Die erste Anwendung der Holzkohle im Großen zum Entfärben des Zuckers bei der Zuckerraffinerie ist von Guillon in Frankreich gemacht, welcher den entfärbten und geklärten Zucker in Form von feinem Syrup in den Handel brachte und, da dieser Zucker weit reiner und schöner war, als die damals nur bekannte Kassonade, ein bedeutendes Geschäft machte. Im Jahre 1811 publizirte Figuier in Montpellier die Resultate seiner Versuche über thierische Kohle, aus denen sich ergab, daß sie auf Essig und Wein weit kräftiger entfärbend wirkt, als Holzkohle. 1812 endlich machte Derosne den Vorschlag, thierische Kohle zum Reinigen des Zuckers in der Zuckerraffinerie zu benutzen. Die in der Salmiakfabrik von Payen in Masse gewonnene Knochenkohle, die bei der trocke-

nen Destillation von Knochen zur Darstellung von rohem kohlensaurem Ammoniak in den Retorten zurückblieb, wurde zu Versuchen über Zuckerraffinerie benutzt, und ergab das sehr günstige Resultat, daß aus derselben Menge von Rohzucker bei Anwendung von Kohle 10 Prozent reiner krystallisirter Zucker mehr gewonnen wurde, als ohne dieselbe, und daß zugleich der Lumpen- und Basternzucker weit besser ausfiel.

In einer Preisschrift über die entfärbende Wirkung der Kohle hat Payen gezeigt: 1) Daß diese Wirkung von dem Grade ihrer Zertheilung abhängt; 2) daß sie vorzugsweise auf organische Farbstoffe einwirkt, mit denen sie sich verbindet und sie so niederschlägt; 3) daß sie bei der Anwendung in der Zuckerraffinerie auf das Pflanzeneiweiß einzuwirken scheint, insofern sie in hohem Grade die Krystallisirbarkeit der rohen Zuckerlösungen begünstigt; 4) daß man durch sehr feine mechanische Zertheilung einer sonst unwirksamen Kohle kräftiges Entfärbungsvermögen ertheilen kann; 5) daß die Unterscheidung zwischen thierischer und vegetabilischer Kohle weniger wesentlich ist, als die zwischen matter und metallglänzender Kohle; 6) daß wenn eine Kohle durch Beimischung einer fremden Substanz wirksamer ist, als sie allein für sich sein würde, diese Substanz nicht sowohl unmittelbar auf den Farbstoff einwirkt, als vielmehr nur dazu dient, sich zwischen die Theile der Kohle zu lagern, und diese dadurch mehr zu vertheilen und lockerer zu machen; 7) daß thierische Kohle außer der entfärbenden Wirkung auch die schätzbare Eigenschaft besitzt, Kalk aus seiner Lösung in Wasser und Zuckersyrup in sich aufzunehmen und so aus der Lösung fortzuschaffen; 8) daß weder vegetabilische, noch irgend andere außer thierische Kohle, diese kalkentziehende Wirkung zeigt; 9) daß man mittelst des Dekolorimeters, d. i. einer graduirten, mit einer Probeflüssigkeit (Indiglösung) gefüllten Röhre sehr leicht und mit Genauigkeit die entfärbende Wirkung jedweder Kohlenart ermitteln kann.

Bussy gibt die folgende Tabelle über die entfärbende Kraft verschiedener Kohlenarten:

Kohlenart.	Gewicht der Kohle	Menge der entfärbten Indiglösung.	Menge der entfärbten Syruplösung.	Entfärbende Kraft für Indig, die der Beinkohle = 1	Entfärbende Kraft für Syrup, die der Beinkohle = 1
	Gr.	Litres.			
Blut mit kohlens. Kali geglüht u. ausgewaschen	1	1,60	0,18	50	20
Blut mit Kreide geglüht	1	0,57	0,10	18	11
Blut mit phosphorsaurem Kalk geglüht .	1	0,38	0,09	12	10
Leim mit kohlensaurem Kali geglüht . .	1	1,15	0,14	36	16,5
Eiweiß mit kohlensaurem Kali geglüht .	1	1,08	0,14	34	15,5
Stärke mit " " " . .	1	0,34	0,08	10,6	8,8
Kohle von essigsaurem Kali	1	0,18	0,04	5,6	4,4
Kohle von kohlens. Natron durch Phosphor	1	0,38	0,08	12	8,8
Geglühtes Lampenschwarz	1	0,128	0,03	4	3,3
Lampenschwarz mit kohlens. Kali geglüht.	1	0,55	0,09	15,2	10,6
Beinkohle mit Salzsäure u. Kali behandelt	1	1,45	0,18	45	20
Beinkohle mit Salzsäure behandelt. . .	1	0,06	0,015	1,87	1,6
Oel mit phosphorsaurem Kalk geglüht .	1	0,064	0,017	2	1,9
Rohes Beinschwarz	1	0,032	0,009	1	1

Die Knochenkohle ist ein sehr inniges Gemenge von thierischer Kohle, durch Zersetzung des organischen Bestandtheiles der Knochen (knorpelartigen Leims) entstanden, und von Knochenerde, dem vorzugsweise aus phosphorsaurem Kalk bestehenden unorganischen Bestandtheile der Knochen, welcher bei der Verkohlung keine Veränderung erleidet. Da die letztere in dem Beinschwarz bei Weitem die Hauptmasse bildet, ohne aber entfärbende Wirkung zu besitzen, so erklärt sich leicht, warum nach Auflösung der Knochenerde durch Salzsäure die rückständige Kohle viel wirksamer ist, als eine gleiche Gewichtmenge roher Beinkohle.

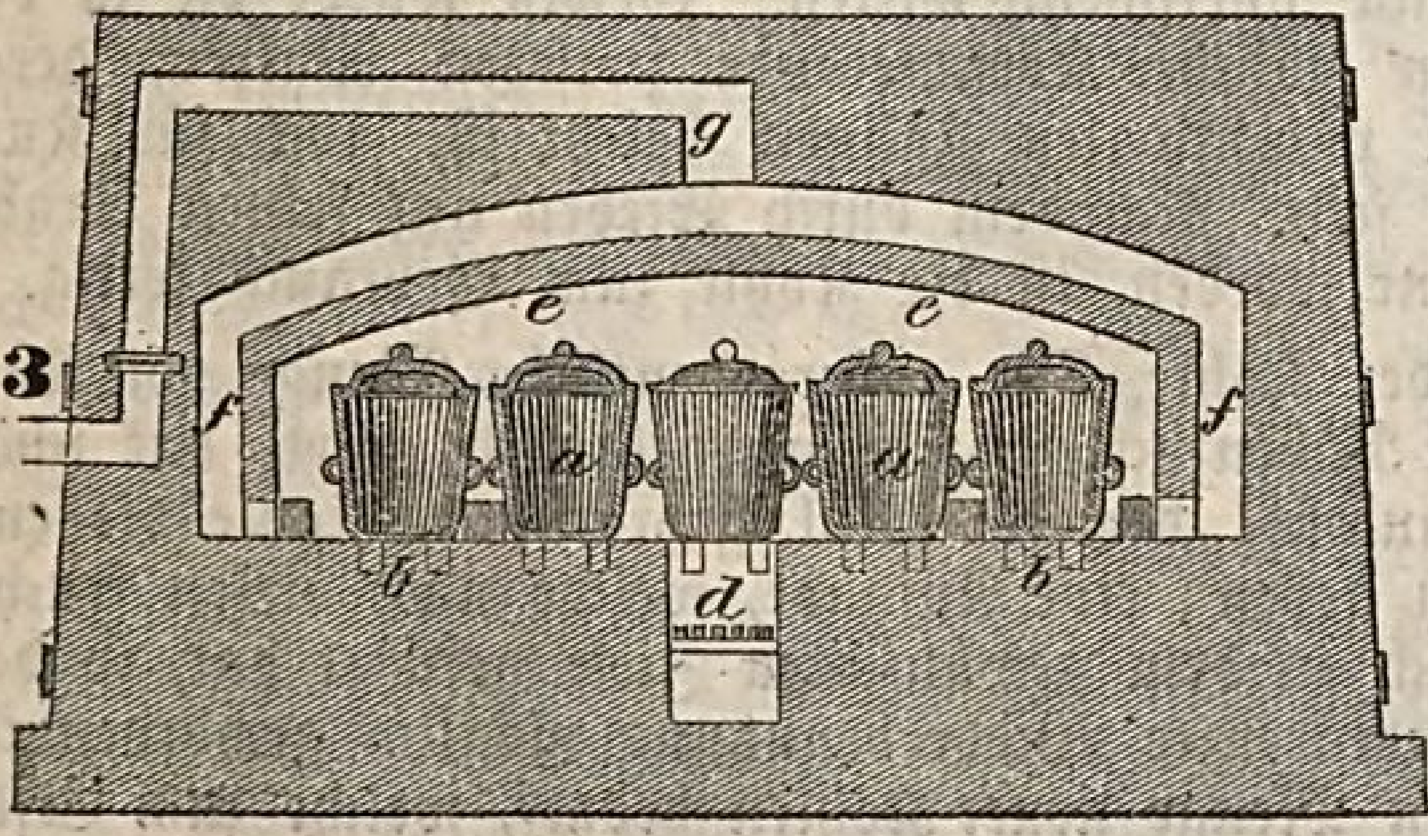
Außer der entfärbenden Wirkung besitzt die Kohle auch die Eigenschaft, riechende Stoffe aus Flüssigkeiten anzuziehen und zu entfernen, von welcher besonders zur Reinigung des Branntweins vom Fuselöl Anwendung im Großen gemacht wird. Diese Wirkung ist der Holzkohle in höherem Grade eigen als der Beinkohle. M. s. Branntweinbrennerei.

Die Bereitung der Beinkohle hat entweder den Zweck, allein die Kohle, oder außer ihr auch das sich entwickelnde kohlensaure Ammoniak zum Behuf der Salmiakfabrikation zu gewinnen. Bei dem mit jedem Jahre sinkenden Preise des Salmiaks ist die letztgenannte Bereitungsweise nicht häufig mehr in Anwendung, besonders auch, weil Knochen, des bedeutenden Gehaltes an Knochenerde wegen, nur eine geringe Ausbeute an kohlensaurem Ammoniak liefern. Man bedient sich in diesem Falle derselben Apparate, eiserner Zylinder, die auch zur Destillation anderer thierischer Stoffe zum Zweck der Salmiakfabrikation zur Anwendung kommen, und in dem Artikel Salmiak näher beschrieben sind. Wir werden dagegen zwei Verkohlungsöfen beschreiben, welche zur Gewinnung von Beinkohle ohne Benutzung des Ammoniaks dienen.

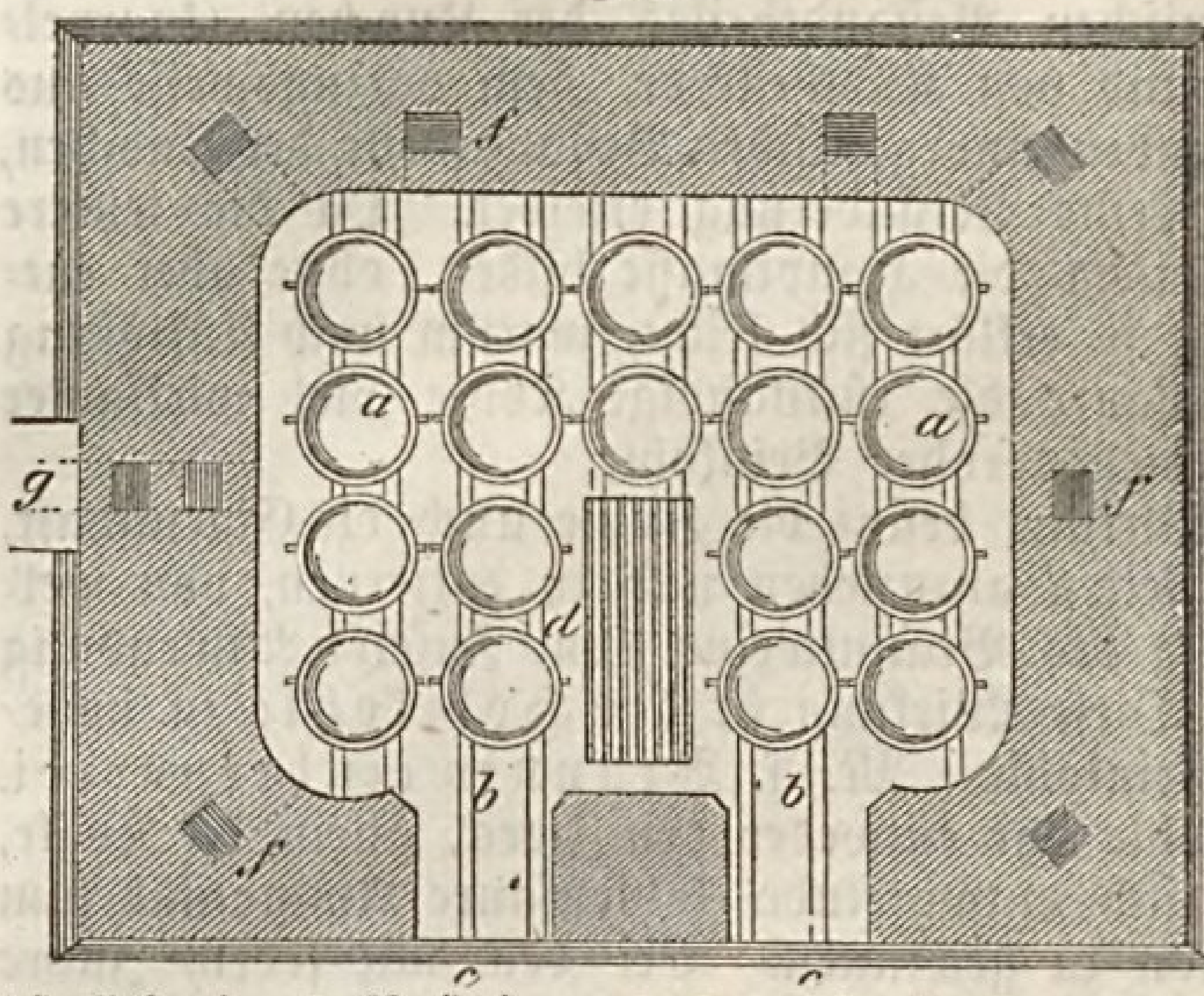
Je gesunder und frischer die Knochen, um so besser; alte abgelegene, halbverwitterte Knochen liefern ein schlechtes, wenig wirksames Beinschwarz. Ganz frische Knochen, welchen noch Fett anhängt, werden zerschlagen und mit Wasser oder Dampf gekocht und so vom Fett befreit, welches zur Seifensiederei oder als Schmiere verwerthet werden kann.

Man bediente sich früher eiserner Töpfe von 1 Fuß Durchmesser und etwa 16 Zoll Höhe zur Verkohlung, welche in Oefen von angemessener Höhe je fünf so aufeinander gestellt wurden, daß allemal der obere den Deckel des darunter befindlichen bildete. Die außerordentlich übelriechenden Destillationsprodukte, welche sich in dem Ofen entwickelten, kommen hier, vorausgesetzt, daß für hinreichenden Luftzutritt in den Oefen gesorgt wird, zur Verbrennung, und entwickeln so viel Hitze, daß nur wenig Brennmaterial außerdem erforderlich ist.

Man ist neuerdings zu niedrigen Oefen übergegangen, welche eine Anzahl Töpfe neben einander stehend enthalten, und welche den Vortheil darbieten, daß das Aus- und Einsetzen der Töpfe schneller und leichter zu bewerkstelligen ist. Nach Payen ist in Frankreich der nebenstehend abgebildete Ofen in Gebrauch. Fig. 83 ist ein vertikaler, Fig. 84 ein horizontaler Durchschnitt. Die Töpfe a von Eisen stehen auf eisernen Schienen b, und können so durch die Thüren c leicht aus- und eingebracht werden. d der Rost, e e das innere Gewölbe, über welchem die Feuer-

83


84



züge f, f die Flamme durch den gemeinschaftlichen Kanal g in den Schornstein abführen. Daß bei größerem Betriebe mehrere solcher Oefen neben einander angebracht werden können, versteht sich von selbst. Ein solcher Ofen soll 32 Quadratmeter oder 325 Quadratfuß Herdfläche enthalten, und zur gleichzeitigen Verkohlung von 1170 Pfd. Knochen hinreichen, so daß jeder Topf 65 Pfund Knochen faßt. Ein Brand dauert 6 bis 8 Stunden, so daß täglich in 3 Bränden 3510 Pfund Knochen gebrannt werden, woraus 2106 Pfund Knochenkohle erfolgen. So wie ein Brand beendigt ist, öffnet man die während des Brandes vermauerten Thüren, zieht die Töpfe heraus und bringt sogleich andere an ihre Stelle, so daß der Ofen nicht abkühlt und also nur ein geringer Wärmeverlust entsteht.

Payen schlägt vor, die aus dem Ofen entweichende Hitze noch zum Betrieb eines Ofens zur Wiederbelebung der Kohle zu benutzen.

In vielen Knochenbrennereien bedient man sich liegender Zylinder, welche ganz so wie in den Gaswerken fortwährend im Glühen gehalten werden. Die Knochen werden so rasch wie möglich eingeschaufelt, sodann die Retorten durch einen angeschraubten Deckel geschlossen, nach beendigter Verkohlung die Kohlen herausgezogen und in einen verschließbaren Blechkasten, Dämpfer, geworfen und die Retorte sogleich mit frischen Knochen wieder gefüllt. Man kann bei dieser Einrichtung die Destillationsprodukte beliebig entweder verdichten, oder sie durch eine Röhre in den Ofen leiten.

Die nach einer oder der andern dieser Methoden gewonnene Knochenkohle muß hart und schwer sein, und auf dem Bruch ein schwarzes, glanzloses Ansehen besitzen.

Zum Zweck der Anwendung in Zuckerraffinerien, besonders zur Rübenzuckerfabrikation muß sie pulverisirt, jedoch keineswegs in Staub verwandelt werden, weil ein solcher den Zuckersyrup beim Filtriren durch die Kohle nicht schnell genug hindurchlassen würde. Das Korn soll nicht kleiner sein, als das eines mäßig feinen Schießpulvers. Die beste, d. h. möglichst wenig Staub gebende Körnmethode ist die zwischen gereiften Walzen, welche nur drückend, nicht quetschend wirken. Gewiß würde die in den englischen Pulverfabriken übliche Körnmethode zwischen Walzen, deren Oberflächen mit kleinen pyramidalen Zähnen besetzt ist, auch für Knochenkohle sehr brauchbar sein. Nachdem durch Sieben auf feinen Drahtsieben der Staub entfernt worden, ist die Kohle zum Gebrauch fertig.

Wiederbelebung der Kohle. Die außerordentliche Menge von Knochenkohle, welche bei der Rübenzuckerfabrikation gebraucht wird, hat schon lange zu Versuchen veranlaßt, der ein Mal gebrauchten Kohle die entfärbende Kraft wieder zu geben; eine Aufgabe, welche nach vielen fruchtlosen Bemühungen endlich zu dem gewünschten Ziele geführt hat, so daß gegenwärtig eine fast unbegrenzte Wiederbenutzung möglich geworden ist, und man nur der kleinen Menge neuer Kohlen bedarf, welche zum Ersatz

der beim Gebrauch und beim Wiederbeleben unvermeidlichen Verluste erforderlich ist.

Durch bloßes Ausglühen erhält die gebrauchte Kohle ihre Wirksamkeit nicht wieder, weil die von ihr aufgesogenen Stoffe bei der Verkohlung eine glänzende, daher unwirksame Kohle bilden, welche die Poren der Beinkohle verstopft. Nur wenn die aufgenommenen organischen Stoffe, so wie der aus dem mit Kalk geklärten Zuckersyrup absorbirte Kalk vorher entfernt worden, kann die Knochenkohle durch Glühung in ihren früheren Zustand zurückgebracht werden. Man hat sich lange, obwohl vergeblich bemüht, der gebrauchten Kohle ihre Wirksamkeit wieder zu geben, indem man durch einfaches Auswaschen und Glühen den Zweck zu erreichen trachtete, aber erst, nachdem durch die gründliche, wissenschaftliche Bearbeitung des Gegenstandes durch Schatten die Bahn gebrochen war, ist die Wiederbelebung der Knochenkohle vollständig gelungen.

Es sind dabei drei Operationen erforderlich: 1) Eine Behandlung mit Salzsäure, um den Kalk aufzulösen; 2) eine Gährung, um die absorbirten organischen Stoffe zu zersetzen und durch Auswaschen entfernen zu können, endlich 3) eine schwache Glühung, um den kleinen Rest organischer Substanz, der noch zurückgeblieben, zu zerstören und die Kohle von aufgenommenen Gasarten und Feuchtigkeit vollkommen zu reinigen, wie denn überhaupt eine kurz vorher ausgeglühte Kohle immer wirksamer ist, als eine längere Zeit der Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt gewesene.

Das Säuren hat den Zweck, den von der Kohle aufgenommenen Kalk, welcher sich im ätzenden Zustande befindet, auszuziehen. Hierbei ist aber zu berücksichtigen, daß da die Säurung nicht momentan mit der aus dem Kohlenfiltrum genommenen Kohle erfolgen kann, sondern man zur Ersparung von übermäßiger Arbeit gewöhnlich die während eines Tages aus den Filtern entnommene Kohle mit Einem Male in Arbeit nimmt, während dieser Zeit aber der Kalk etwas Kohlensäure anzieht, nicht nur ätzender, sondern auch etwas kohlensaurer Kalk in der Kohle enthalten ist. Wenn nun die Kohle mit Salzsäure in Berührung gebracht wird, so löst diese zuerst den ätzenden, hierauf den kohlensauren und endlich, vorausgesetzt, daß genug Säure vorhanden ist, auch den phosphorsauren Kalk der Knochen selbst. Da nun aber die Knochenerde möglichst unangetastet bleiben soll, so entsteht die Aufgabe, nur gerade so viel Salzsäure anzuwenden, wie zur Auflösung des ätzenden und des kohlensauren Kalkes erforderlich ist. Zu diesem Ende bringt man die in dem Kohlenfiltrum ausgewässerte Kohle in einen Bottich, der etwa zu zwei Drittel mit ihr gefüllt wird, und in einen höher stehenden, kleineren Bottich warmes Wasser, dem man ungefähr so viel Salzsäure zusetzt, wie erfahrungsmäßig zur Auflösung des Kalkes nöthig ist; lieber aber zu wenig, als zu viel. Man kann rechnen, daß je 1000 Quart filtrirten Zuckersaftes eine Quantität Kalk in die Kohle bringen, zu deren Auflösung etwa 10 Pfund Salzsäure von der Stärke, wie sie gewöhnlich im Handel vorkommt, hinreichen. Dieses gesäuerte warme Wasser wird mit einem Male auf die Kohle gezapft und etwa eine Viertelstunde darauf gelassen, wobei es fast ohne Entwickelung von Kohlensäure sich mit Kalk sättigt. Nach Verlauf dieser Zeit läßt man es durch ein am Boden des Bottichs befindliches Zapfloch, welches, um die Kohle zurückzuhalten, mit Stroh verlegt ist, in einen untergestellten Eimer oder Bottich ablaufen, und pumpt es sogleich wieder in den obersten kleinen Bottich, worin eine kleine Menge frischer Salzsäure zugesetzt, und das Wasser wieder auf die Kohle gelassen wird. Tritt jetzt eine mäßige, etwa eine Viertelstunde anhaltende Gasentwickelung ein, so kann man den Prozeß als beendigt ansehen, widrigenfalls würde die Flüssigkeit nochmals abzuziehen und

mit etwas Säure verstärkt auf die Kohle zu lassen sein. Es ist aber keinenfalls zulässig, den Zusatz der Salzsäure in dem Kohlenbottich selbst vorzunehmen.

Nachdem solchergestalt der Kalk ausgezogen und die Flüssigkeit ganz abgelaufen ist, bringt man die Kohle, ohne sie weiter auszuwaschen, noch warm, in das Gährlokal. Dieses muß ein möglichst warm gelegener, mit Steinfliesen belegter Raum des Gebäudes sein, in welchem an beiden Seiten Bretterverschläge sind. Die Kohle wird in diese Verschläge geschüttet und bleibt so lange liegen, bis sich durch das Aufhören des fauligen Geruches die Beendigung der Gährung zu erkennen gibt.

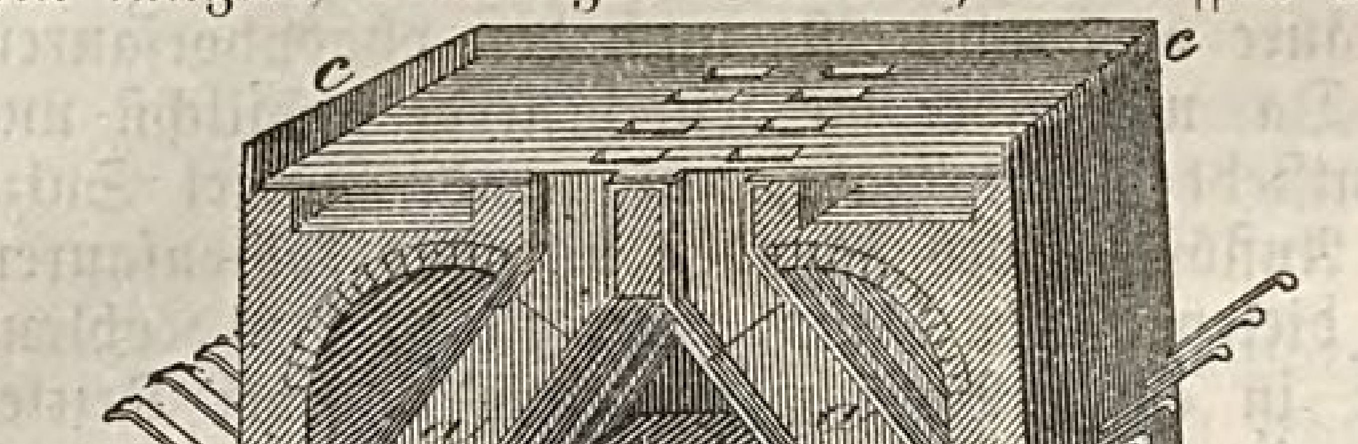
Die gegohrene Kohle wird hierauf nochmals mit einer kleinen Menge Salzsäure (etwa 1 Pfund auf 100 Pfund Kohle) behandelt, und sodann in einem Bottich durch mehrmals wiederholtes Aufgießen von warmem Wasser gewaschen; doch hat man in größeren Fabriken besondere Waschvorrichtungen in Gestalt einer horizontalen Trommel, durch welche das Waschwasser fließt, während die Kohle durch ein System von Schöpfkästen und schiefen Flächen dem Wasser entgegen durch die Trommel geführt wird.

Trocknen und Ausglühen der Kohle. Das Trocknen wird allgemein in flachen, durch das Feuer des Glühofens mitgeheizten Kasten vorgenommen, und bedarf keiner weiteren Erläuterung; das Glühen aber setzt wieder besondere Apparate voraus. Wollte man nämlich die Glühung, wie bei der ersten Bereitung der Kohle, in Töpfen vornehmen, so würde lange Zeit verstreichen, bevor die mittleren Theile zum Glühen kämen, und die äußeren Theile würden einer übermäßigen Erhitzung unterliegen.

Man bediente sich früher des Verfahrens, die Kohle langsam über eine schräge glühende Eisenplatte herabgleiten zu lassen, hat sich jedoch später überzeugt, daß ein Ausglühen in verschlossenen Gefäßen weit zweckmäßiger ist. Es sind dazu verschiedene Einrichtungen im Gebrauch, welche wir näher beschreiben wollen.

1. Der Glühofen von Crespel-Delisse, Fig. 85. Derselbe bildet ein länglich viereckiges Gewölbe, in dessen Mitte das Feuer auf einem durch den ganzen Ofen hindurchreichenden Roste brennt. In dem Ofen liegen 20 flache, viereckige eiserne Glühröhren a, a von der aus der Figur ersichtlichen Gestalt, welche durch Schieber b, b geschlossen werden, und sich oben in einem gemeinschaftlichen flachen Kasten von Eisenblech c, c endigen, der zum Trocknen der Kohle dient. Die Flamme zieht zwischen den ziemlich nahe an einander liegenden Glühröhren hindurch in den gewölbten Raum, und von hier durch 18 Füchse in den Raum unter dem Trockenkasten. Zur Aufnahme der geglühten Kohle wird unter jede Glühröhre ein Dämpfer e gestellt.

85

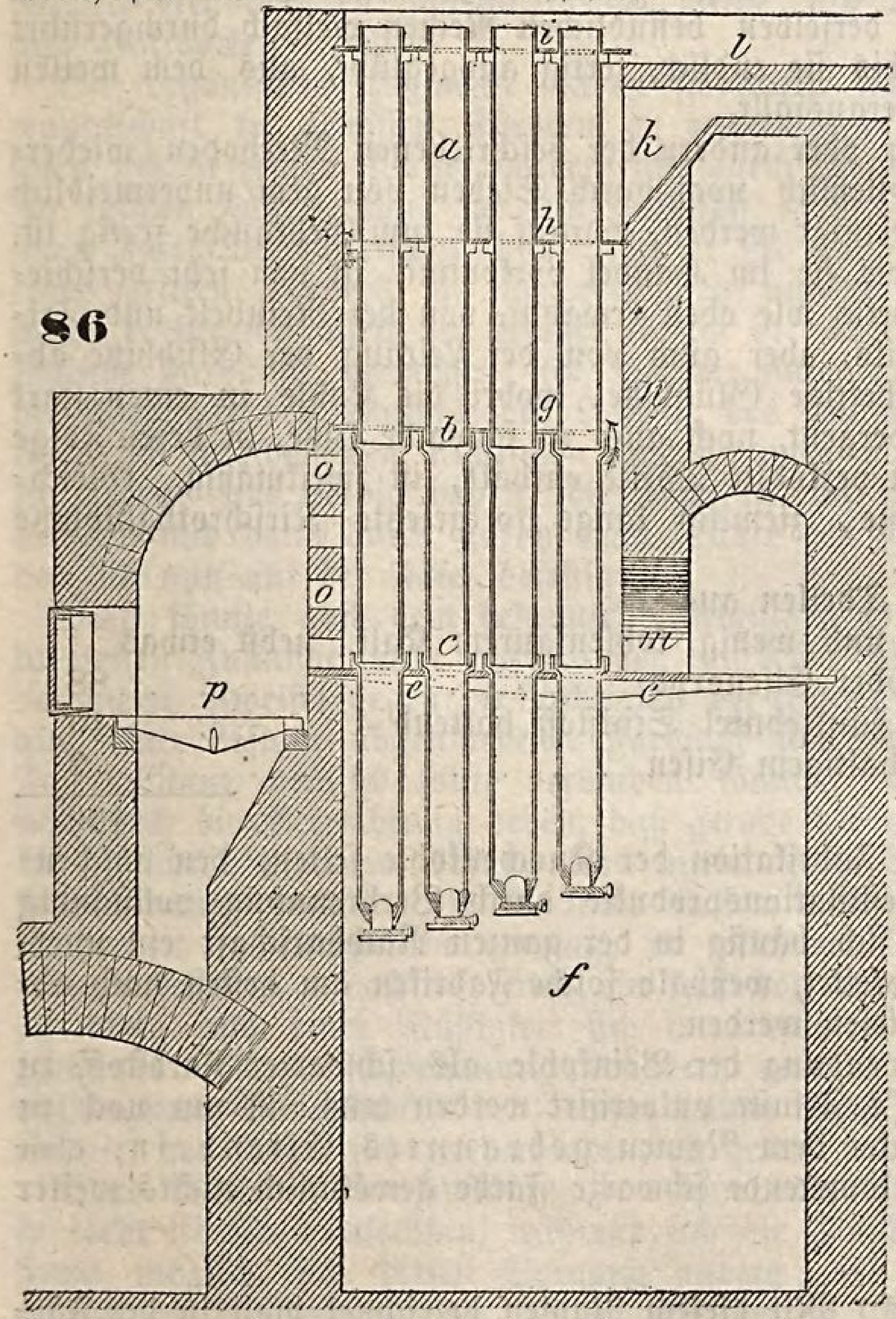


Nachdem der Ofen zum Glühen gebracht worden, füllt man die Röhren mit getrockneter Kohle und schließt sie durch aufgelegte Deckel, worauf die Kohle etwa eine halbe Stunde lang in Kirschrothglühhitze gehalten wird. Die Schieber werden nun geöffnet und dadurch die Kohlen in

die Dämpfer abgelassen, sodann wieder geschlossen, die Röhren wieder gefüllt, und in dieser Art ununterbrochen fortgefahren. Oefen dieser Art sind in vielen französischen und in einigen Magdeburger Rübenzuckerfabriken in Gebrauch.

2. Der Glühofen von van Göthem enthält vierzig vertikale gußeiserne Röhren von 5 Zoll innerem Durchmesser und 10 Fuß Länge, welche in vier Reihen zu 10 Stück dicht neben einander angebracht sind, und oben in den horizontalen flachen Trockenkasten einmünden. Jede der Röhren ist am unteren Ende mit einem Schieber versehen. Das Feuer brennt auf einem Roste von 7½ Fuß Länge, welcher vor dem Röhrensystem der Länge nach hinläuft. Fig. 86 zeigt die Haupttheile dieses Glühofens im vertikalen Durchschnitt.

86



a, a, a, a die Röhren, deren also zehn hinter einander gedacht werden müssen; jede besteht aus drei Stücken, deren oberstes von der Mündung bis b, das zweite von b bis c und das dritte, welches der leichteren Abkühlung wegen am besten von Eisenblech gemacht wird, bis zum untern Ende reicht. e, e eine große eiserne Platte, welche die sämmtlichen 40 durch sie hindurch reichenden Röhren trägt, und zugleich den Raum f, in welchen die unteren Enden der Röhren herabhängen, von dem Feuerraume trennt. — Drei ähnliche Platten sind bei g, h und i angebracht. Das auf dem Roste p brennende Feuer gelangt durch die Oeffnungen o o zu den Röhren, welche es innerhalb des Raumes zwischen den Platten e und g umspielt; die Flamme zieht von hier, wie durch den Pfeil angedeutet ist, zu dem Raume zwischen den Platten g und h, endlich in den Raum zwischen den Platten h und i, worauf sie durch Seitenkanäle k unter den Trockenkasten l gelangt. Man sieht, daß das obere Viertel jeder Röhre nur mäßig, das zweite schon stärker, das dritte am stärksten erhitzt wird, wogegen die letzten Viertel mit kalter Luft umgeben sind. m ein flaches Gewölbe zur Unterstützung der Mauer n; der Raum zwischen diesem Gewölbe und der Platte e ist durch ein leichtes Mauerwerk geschlossen.

Die Röhren werden bis oben mit Kohle gefüllt und halbstündlich geöffnet, so jedoch, daß nur der vierte Theil der in ihnen enthaltenen

Kohle in ein untergehaltenes Gefäß herausfällt, worauf der Schieber wieder geschlossen wird. In Folge davon senkt sich die ganze Kohlenmasse um den vierten Theil ihrer Länge herab, so daß jedes Kohlentheilchen successive die vier Abtheilungen der Röhren passiren muß, und in der ersten nur mäßig, in der zweiten stärker, in der dritten zum vollen Glühen erhitzt wird, und endlich in der vierten wieder abkühlt.*)

3. Der Glühapparat von Siemens, welcher besonders eine ausnehmend gleichmäßig durchglühte Kohle liefert, besteht in einer konisch gestalteten Trommel, welche horizontal in einem Ofen liegt und um ihre Achse sich dreht. Durch eine kleine archimedische Schnecke wird die Kohle dem dünneren Ende der Trommel zugeführt, worauf sie nach und nach den Weg durch die 8 Fuß lange glühende Trommel zurücklegt, dabei aber durch einen in derselben befindlichen Rechen vielfach durchgerührt und gewendet wird, bis sie endlich, fertig ausgeglüht, aus dem weiten Ende der Trommel herausfällt.

Die nach der einen oder andern der beschriebenen Methoden wiederbelebte Kohle muß schließlich noch durch Sieben von dem unvermeidlich gebildeten Staube gereinigt werden, worauf sie zum Gebrauche fertig ist.

Die Beinkohle, sowie sie im Handel vorkommt, ist von sehr verschiedener Güte, welche theils wie oben erwähnt, von der Reinheit und Frische der Knochen, theils, aber auch von der Leitung der Glühhitze abhängt. Weder sehr heftige Glühhitze, wobei die Kohle in einen stark verdichteten Zustand übergeht, noch auch zu schwache Hitze, in deren Folge sie noch unvollkommen verkohlte Theile enthält, ist zweckmäßig. Gleichmäßige ununterbrochene, ziemlich lange fortgesetzte Kirschrothglühhitze liefert die beste Kohle.

Sie besteht in 100 Theilen aus:

Phosphorsaurem und wenig kohlensaurem Kalk, nebst etwas Schwefeleisen oder Eisenoxyd	88
Kohle, etwa ein Fünfzehntel Stickstoff haltend	10
Kiesel- und kohlehaltigem Eisen	2
	100.

Es gelingt bei der Fabrikation der Knochenkohle selten, den abscheulichen Geruch der Destillationsprodukte durch Verbrennung vollständig zu verrichten, so daß sich häufig in der ganzen Nachbarschaft ein unerträglicher Gestank verbreitet, weßhalb solche Fabriken am besten nach abgelegenen Orten verwiesen werden.

Hinsichtlich der Anwendung der Beinkohle als schwarzer Farbstoff, zu welchem Zweck sie auf's Feinste pulverisirt werden muß, ist nur noch zu bemerken, daß die unter dem Namen gebranntes Elfenbein, ebur ustum, im Handel vorkommende schwarze Farbe gewöhnlich nichts weiter ist, als Knochenkohle.

Beizen. (Mordants.) Mit diesem Namen bezeichnet man in der Färberei und Kattundruckerei solche Substanzen, durch deren Mitwirkung die Farbstoffe auf den Zeugen so befestigt werden, daß sie dem Waschen widerstehen. Sie besitzen sowohl zu der Faser, als auch zu den Pigmenten einen gewissen Grad chemischer Verwandtschaft, und können so zwischen beiden gleichsam ein Band bilden, also das Pigment auf der Faser befestigen. Das Wort wird indessen oft in einem weitern Sinne gebraucht

*) Eine detaillirte Beschreibung dieses sinnreichen Glühofens findet man in dem vortrefflichen „Lehrbuch der rationellen Praxis der landwirthschaftlichen Gewerbe von Otto und Siemens", auf welches wir bei dieser Gelegenheit unsere Leser aufmerksam zu machen nicht unterlassen können.

und auch auf solche Substanzen ausgedehnt, welche, ohne selbst zu der Faser die geringste Verwandtschaft zu haben, nur dazu dienen, mit dem Farbstoff innerhalb der Poren des zu färbenden Zeuges eine unauflösliche Verbindung zu bilden, welche solchergestalt sich mechanisch befestigt, und daher ebenfalls dem Wasser widersteht.

Um den Nutzen und die eigentliche Funktion der Beizmittel zu verstehen, muß man erwägen, daß die meisten Farbstoffe, ohne eigentlich zur Klasse der Säuren zu gehören, dennoch auch nicht eigentlich zu den indifferenten Stoffen gerechnet werden dürfen, sondern mit unzweideutiger Verwandtschaft zu mehreren andern Körpern, insbesondere zu den Salzbasen begabt sind, mit denen sie chemische Verbindungen eingehen, und dadurch Aenderungen sowohl in der Farbe, als auch der Auflöslichkeit und Haltbarkeit erleiden.

Die organischen Pigmente haben schon für sich unverkennbare Verwandtschaft zu gewissen Körpern, zu andern nicht die geringste; einige lösen sich in reinem Wasser, andere nur durch Vermittlung fremder Stoffe. In solchen Fällen nun, wo ein Farbstoff schon für sich zu der organischen Faser Verwandtschaft hat, wird er sich auch ohne Dazwischenkunft eines dritten Körpers mit ihr verbinden und sie färben können, auch wenn er für sich allein im Wasser löslich ist; aber selbst im Wasser unlösliche Farbstoffe vermögen sich mit der Faser zu verbinden, wie z. B. die Farbstoffe des Saflors, des Orlean, des Indigs. Die ersteren beiden lösen sich in schwachen alkalischen Laugen; man wird also, um mit ihnen zu färben, nur nöthig haben, die Faser in eine solche Auflösung einzubringen und dann durch Zusatz einer Säure den Farbstoff auszuscheiden, der sich nun auf der Faser befestigt.

Man könnte nach dem bekannten chemischen Grundsatze, daß Körper im festen Zustande nicht aufeinander einwirken und sich also auch nicht verbinden, Zweifel gegen die Richtigkeit der Ansicht hegen, daß ein bereits aus seiner Lösung abgeschiedener Farbstoff sich nun noch mit der festen Fasersubstanz chemisch sollte verbinden können. Diese Zweifel werden sich durch die Betrachtung heben, daß gerade bei organischen Substanzen die Zustände wirklicher Lösung und mechanischer Suspension oder Aufschwemmung einander oft so nahe stehen, daß man nicht immer mit Sicherheit zu entscheiden vermag, in welchem dieser Zustände sich der Körper befindet. Daß also auch ein Farbstoff im Momente seiner Ausscheidung aus einer Flüssigkeit sich in einem an Auflösung gränzenden Zustande von Aufschwemmung befinden, und in diesem Zustande noch hinlängliche Beweglichkeit der Atome haben könne, um mit einem festen Körper, der Faser, sich zu verbinden, ist gewiß recht gut denkbar.

Wird Wolle in eine Auflösung von schwefelsaurer Indiglösung gebracht, so färbt sie sich dunkelblau, während sich die Flüssigkeit entfärbt. Es ist kaum möglich, sich diesen Vorgang anders, als durch Annahme einer chemischen Verbindung der Wolle mit der in der Lösung enthaltenen sauren Indigverbindung zu erklären.

Ein ganz entgegengesetzter Fall tritt bei solchen Farbstoffen ein, die für sich im Wasser löslich sind und keine Verwandtschaft zu der Faser besitzen, wodurch sie sich auf derselben befestigen könnten. In solchen Fällen nun muß der Färber seine Zuflucht zu gleichsam vermittenden Substanzen nehmen, die sowohl gegen die Substanz der Faser, als auch die des Pigments Anziehung besitzen, und durch diese zweifache Verwandtschaft das Pigment auf der Faser befestigen. Solche Substanzen sind die eigentlichen Beizen.

Als solche dienen hauptsächlich einige Salze, die jedoch vorzugsweise durch die in ihnen enthaltene Salzbasis wirken. Man könnte bei der

so großen Zahl von Metalloxyden vermuthen, daß auch die Zahl der Beizen sehr groß sein müsse. Dem ist jedoch nicht so, denn die Bedingungen zu einer Beize, also Verwandtschaft zu den Pigmenten und der thierischen oder Pflanzen-Faser, so wie die Eigenschaft, mit den Pigmenten unauflösliche Verbindungen einzugehen, finden sich nur bei einer geringen Zahl von Oxyden vereinigt, daher denn auch die Zahl der Beizen sehr beschränkt ist.

Unter allen Beizmitteln haben sich durch lange Erfahrung Thonerde, Zinnoxyd und Eisenoxyd als die besten herausgestellt. Unter ihnen können nur die ersten beiden ihrer weißen Farbe wegen in solchen Fällen gebraucht werden, wo das Pigment in seiner eigenthümlichen Farbe, oder doch nicht bedeutend verändert auf dem Stoffe erscheinen soll. Denn wenn die Beize selbst gefärbt ist, so stellt sie in Verbindung mit dem Pigment jederzeit eine von der Farbe desselben mehr oder weniger bedeutend abweichende Färbung dar.

Ob nun aber die Beizen in allen Fällen eine wirklich chemische Verbindung mit dem zu färbenden Stoffe eingehen, ist schwer zu entscheiden. Bei der schwefelsauren Thonerde ist dieses in der That kaum anzunehmen, denn wenn z. B. Wolle durch Einlegen in eine Alaunlösung gebeizt wird, so kann man durch anhaltendes Waschen mit reinem Wasser den aufgenommenen Alaun ihr wieder vollständig entziehen; es ist auch in der That kaum glaublich, daß Alaun als solcher sich mit organischer Faser chemisch sollte verbinden können.

Die Chemie lehrt, daß, wenn Körper sich chemisch verbinden sollen, sie nicht nur in Berührung kommen, sondern sich dabei im höchsten Grade der Vertheilung befinden müssen. Die vorhin genannten Salzbasen aber sind für sich im Wasser völlig unauflöslich, und müssen daher durch ein angemessenes Auflösungsmittel in den flüssigen Zustand versetzt werden. Dieses Auflösungsmittel, gewöhnlich eine Säure, übt nun aber eine chemische Anziehung auf das Oxyd aus, welches also gebunden und dessen Verwandtschaft zur Faser geschwächt ist. Es wird also darauf ankommen, eine möglichst *schwache* Säure anzuwenden, welche das Oxyd leicht fahren läßt. Unter allen Auflösungsmitteln der Thonerde und des Eisenoxyds ist die *Essigsäure* dasjenige, welches sie mit der geringsten Kraft zurückhält, daher denn auch, besonders für Baumwolle, welche weit geringere Anziehung zu den Oxyden besitzt, als die thierische Faser, essigsaure Salze als Beizmittel gebraucht werden.

Die Wirksamkeit der schwefelsauren Thonerde (des Alauns) wird erhöht, wenn man ihr einen Theil der Schwefelsäure schon im Voraus entzieht, was durch Zusatz von etwas kohlensaurem Kali leicht zu bewerkstelligen ist (basischer Alaun).

Entspricht nun eine Beize den beiden Hauptanforderungen, daß sie nämlich sich in Auflösung befindet, und die Basis leicht fahren läßt, so darf man annehmen, daß sie ihren Zweck erfülln wird.

Die Vereinigung der Beize mit der Faser erfolgt wahrscheinlich, wenigstens in vielen Fällen, dadurch, daß sich ein unauflösliches basisches Salz bildet, und gerade die große Neigung der essigsauren Salze, unter Verlust eines Theiles der Säure basisch zu werden, scheint ihrer Anwendbarkeit als Beizen zu Grunde zu liegen. Die essigsaure Thonerde bildet schon beim Kochen einen Niederschlag von basischem Salz; fast noch leichter setzt sich aus einer Auflösung von essigsaurem Eisenoxyd ein gelbes Pulver von basischem Salze ab. Eben so ist der mit Kali versetzte Alaun leicht zersetzbar, indem er beim Kochen einen Niederschlag von überbasischer schwefelsaurer Thonerde absetzt. Auch die Zinnsalze, von welchen das Chlorid, das Chlorür und das Zinnchlorid-Ammonium

(Pinksalz) als Beizen dienen, zersetzen sich schon durch bloße Verdünnung mit Wasser unter Abscheidung von basischem Salz.

Wenn wir aber auch annehmen, daß die Befestigung der Beize auf der Faser durch Entstehung eines unauflöslichen basischen Salzes zu Stande kommt, so scheint doch eine chemische Wirkung der Faser wenigstens in sofern im Spiel zu sein, als sie die Abscheidung des basischen Salzes befördert.

Der zu beizende Stoff wird um so mehr Beize mit sich verbinden, je konzentrirter die Auflösung derselben ist. Wenn z. B. bei der Kattundruckerei verschiedene Stellen desselben Gewebes mit derselben Beize, nur in verschiedenem Grade der Konzentration, bedruckt werden, so erscheinen diese Stellen beim nachherigen Ausfärben mehr und weniger intensiv gefärbt. So lassen sich durch Beizen mit essigsaurer Thonerde in verschiedener Konzentration, und durch Ausfärben in derselben Krappflotte, alle Töne vom sattesten Roth bis zum blassesten Hellroth darstellen; durch essigsaures Eisen und Krapp alle Abstufungen von Schwarz bis Hellviolett.

Die Anwendung der Beizen in der Färberei und beim Kattundruck bietet den wesentlichen Unterschied dar, daß bei der ersteren der Zeug durch Einlegen in die Beize sich überall gleichmäßig damit tränkt, und daher auch beim nachherigen Einbringen in die Farbeflotte sich gleichmäßig färbt, wogegen beim Kattundruck die Beize je nach dem beabsichtigten Muster nur an einzelnen Stellen, *topisch*, aufgedruckt wird. Zu diesem letzteren Zwecke ist es unerläßlich, die Beize mit Stärkekleister oder Gummi zu einem dünnen Brei zu verdicken, theils damit sie nicht ausfließt, theils auch um sie in hinlänglicher Menge auftragen zu können. Stärke eignet sich am besten für mehr neutrale, Gummi für saure Beizen. Die Menge des Verdickungsmittels darf aber gewisse Grenzen nicht überschreiten, weil sonst die Verbindung der Beize mit der Substanz des Gewebes erschwert wird. Auch darf die verdickte Beize nicht zu schnell austrocknen, damit sie Zeit gewinne, so vollständig wie möglich sich mit der Faser zu verbinden. Die Kenntniß und genaue Berücksichtigung der mannichfaltigen in dieser Hinsicht zu beobachtenden Kautelen ist einem tüchtigen Werkführer ganz unentbehrlich, aber nur durch lange Uebung und Erfahrung ist es möglich, sich darin die nöthige Sicherheit anzueignen, besonders da hierbei noch manche Nebenrücksicht zu nehmen ist. Der Feuchtigkeitszustand der Luft z. B. darf nicht unbeachtet bleiben, wenn es sich um gehörige Befestigung des Beizmittels auf der Faser handelt, ja bei ungewöhnlich trockener Witterung kann es nöthig werden, das zu schnelle Austrocknen durch Zusatz zerfließlicher Substanzen zu verzögern.

Gesetzt aber auch, die Beize wäre völlig regelrecht angebracht und getrocknet, so ist darum die Arbeit noch keineswegs fertig, es sind vielmehr, bevor man zum Ausfärben schreiten kann, noch sehr wesentliche Vorbereitungen erforderlich, durch welche die sämmtliche Beize bis auf den mit der Substanz des Gewebes verbundenen Theil entfernt wird.

Träte nämlich die Gesammtmenge der aufgebrachten Beize in Wirkung und verbände sich ihr ganzer Gehalt an Basis mit dem Zeuge, so würde schon ein einfaches Spülen oder Auskochen hinreichen, um das schleimige Verdickungsmittel wegzubringen; dieß ist jedoch nie der Fall, so sehr man sich auch bemüht haben möge, die Verbindung der Basis mit dem Zeuge zu befördern. Bei der breiartigen Beschaffenheit der Beize kommt ein Theil derselben mit der Faser gar nicht in unmittelbare Berührung, und auch von dem Theile, der mit ihr in Berührung gelangt, kann aus den oben entwickelten Gründen nur ein Theil mit ihr in Verbindung treten. Alle diese überflüssigen Theile der

Beize müssen daher vor dem Ausfärben beseitigt werden, theils weil sie die Farbe zu früh niederschlagen und ihren Zutritt zu dem Inneren der Fäden verhindern, theils auch, weil sie sich in dem Farbebade lösen, und dessen richtige Beschaffenheit stören würden.

Wollte man nun die Zeuge geradezu in Wasser bringen, so würde sich die freie Beize darin lösen und auch mit den Theilen des Zeuges in Berührung kommen, die man gar nicht zu beizen, sondern beim Ausfärben weiß zu behalten beabsichtigt; es kommt also darauf an, dem Waschwasser eine Substanz zuzusetzen, die sich mit der Beize in dem Augenblicke, wo sie sich von dem Zeuge abspült, zu einer unauflöslichen Verbindung vereinigt, sie also niederschlägt und somit außer Stande setzt, auf das Gewebe oder die Farbebrühe einzuwirken. Der zu diesem Zweck allgemein angewandte, und theils der vortrefflichen Wirkung, theils der Wohlfeilheit wegen durch nichts anderes ersetzbare Stoff ist Kuhmist. Derselbe enthält nach Morin Pflanzenfaser, eine grüne harzige Substanz, Gallenzucker und Gallenharz, einen eigenthümlichen, von ihm Bubulin genannten Extraktivstoff, Eiweiß. Morin's Vermuthung, daß das Bubulin der eigentlich wirksame Bestandtheil sei, bedarf noch sehr der Bestätigung, und es ist eben so möglich, daß auch die übrigen Bestandtheile an der Wirkung Theil nehmen. M. s. Kuhmistbad.

Man vermischt den Kuhmist mit Wasser, erhitzt das Bad je nach Umständen zum Kochen, oder auch auf einen niederen Wärmegrad und haspelt das zu reinigende Gewebe darin herum.

Die günstige Wirkung des Kuhmistbades erstreckt sich aber noch weiter, als bloß auf die Beseitigung der überflüssigen Beize; es dient gleichzeitig dazu, theils durch die erhöhte Temperatur des Bades, theils durch seine schwach alkalische Beschaffenheit, die bereits auf dem Zeuge niedergeschlagene Basis durch Entziehung der noch vorhandenen Säure noch mehr zu befestigen, und übt so einen großen Einfluß auf die Lebhaftigkeit und Haltbarkeit der Farben.

Nach dem Kuhmistbade wird die Waare endlich im Waschrade gewaschen. Man s. Waschrad.

Ein Körper, der den Beizen in seiner Wirkung nahe steht, indem er wenigstens zur Befestigung von Farbstoffen mitwirkt, ist die Gerbsäure, welche, als rohes Galläpfelextrakt angewandt, besonders der Baumwolle eine erhöhte Anziehung gegen die Pigmente ertheilt, ohne daß sich zur Zeit ein wissenschaftlicher Grund für diese Wirkung angeben ließe. Eine sehr ausgedehnte Anwendung des Gallirens findet Statt bei der Türkischrothfärberei, worüber das Nähere im Artikel Krapp nachzusehen ist. Speziellere Mittheilungen über die Bereitung und den Gebrauch der verschiedenen Beizen sind in den Artikeln Kattundruckerei, Rothfärberei, Gelbfärberei, Blaufärberei ꝛc. nachzusehen.

Benzoe, ein Harz, welches aus dem auf Java, Sumatra, Santa Fe und in dem Königreiche Siam wachsenden Baume Styrax Benzoin zum Theil von selbst, zum Theil durch künstliche Einschnitte in den Stamm und die Zweige, ausfließt, und bald an der Luft zu einer spröden Masse austrocknet. Die Benzoe kommt im Handel in Gestalt unregelmäßiger Klumpen vor, die auch im Innern ein verschiedenartiges Ansehen besitzen, und ein Konglomerat von reinen, fast weißen, mandelartigen Stücken und einer unreinen, bräunlich gelben Masse darstellen. Sie ist von kleinmuschligem Bruche, wachsglänzend und von sehr angenehmem, vanilleartigem Geruch.

Die Benzoe besteht aus Harz (nach Kopp aus vier verschiedenen Harzen), Benzoesäure (bis zu 15 Prozent) wenig ätherischem Oel und Extraktivstoff.

Beim Schmelzen wird ein Theil der in ihr enthaltenen Benzoesäure in Verbindung mit etwas flüchtigem Oel sublimirt. Sie ist im Alkohol bis auf die etwa vorkommenden fremdartigen Theile vollständig, in Aether größtentheils, in flüchtigen und fetten Oelen dagegen nur in geringer Menge löslich.

Sie dient hauptsächlich zur Anfertigung von Parfümerien, als Räucherkerzen u. dgl., und wird hierzu in Menge verbraucht; auch setzt man sie verschiedenen Firnissen, z. B. für Tabakdosen, Spazierstöcke u. dgl. zu, um den damit gefirnißten Sachen einen angenehm vanilleartigen Geruch zu ertheilen, wenn sie in der Hand warm werden. Nebst Perubalsam einer Hausenblasenlösung zugesetzt, dient sie bei der Anfertigung des englischen Pflasters; in Weingeist gelöst und mit Wasser versetzt zur Bereitung einer milchigen Emulsion, der sogenannten Jungfernmilch (Toilette-Mittel).

Die Benzoesäure kann theils auf trockenem Wege durch Destillation, theils und vollständiger auf nassem Wege aus ihr abgeschieden werden. Man löst zu dem Ende gute Benzoe in der dreifachen Menge Weingeist von 75 Prozent, bringt die Auflösung in eine Retorte, neutralisirt sie, oder vielmehr die in ihr enthaltene Benzoesäure, genau mit einer Auflösung von krystallisirtem kohlensaurem Natron in acht Theilen Wasser und drei Theilen Alkohol, und setzt dann noch das Doppelte vom Gewicht der Benzoe Wasser hinzu; destillirt nun den Alkohol ab, trennt das ausgeschiedene Harz von der wässerigen Lösung, welche benzoesaures Natron enthält, und fällt endlich die Säure durch Schwefelsäure. Die filtrirte und getrocknete Benzoesäure wird schließlich durch Sublimation gereinigt.

Berberitze. Die Berberiswurzel enthält einen gelben Farbstoff, Berberin, der sich in Gestalt hellgelber, feiner, glänzender Nadeln darstellen läßt. Die Abkochung der Wurzel wird in der Maroquinfärberei gebraucht.

Bergbau. Nimmt man dieß Wort im engeren Sinne, so versteht man darunter alle zur Gewinnung nutzbarer Mineralien erforderlichen Vorrichtungen und Anlagen, während letztere den Namen Bergwerke führen. Bergbaukunst ist der Inbegriff der Kenntnisse, durch welche Bergwerke zum Nutzen der bürgerlichen Gesellschaft oder eines Staates betrieben werden. In der Geognosie, Markscheidekunst und Maschinenlehre erhält sie die vorbereitenden Disziplinen, die in der eigentlichen Bergbaukunst zur Anwendung kommen.

Bei der Betrachtung des Inneren unserer Erde erkennen wir Gebirgsarten mannichfacher Art, die oft scheinbar verworren neben oder übereinander liegen; allein bei aufmerksamer Untersuchung kann man doch bei ihnen zunächst folgende zwei Hauptabtheilungen unterscheiden.

Ein großer Theil der Gebirgsmassen zeigt nämlich mehr oder weniger parallele und von einander entfernt liegende plattenförmige Lagen, d. h. sie zeigen sich geschichtet. Dabei nimmt man aber für bestimmte Gebirgsmassen hinsichtlich ihrer Lagerungsverhältnisse in den entferntesten Theilen der Erde immer die nämliche Ordnung wahr, so daß also dadurch bei diesen Gebirgsmassen ältere von jüngeren unterschieden werden können.

Man nennt diese Gebirgsmassen stratificirte, geschichtete oder normale.

Bei vielen anderen läßt sich aber weder eine Schichtung, noch die bestimmte Aufeinanderfolge wahrnehmen. Man nennt diese massige oder abnorme Gebirgsbildungen. Während die ersteren meistens als Produkte mechanischer Aggregation sich zeigen, und daher bei ihnen der

successive Absatz aus dem Wasser erkannt werden kann, sind die abnormen Gebilde meistens aus krystallinischen Gebirgsarten zusammengesetzt, und es darf ohne Zweifel von vielen derselben angenommen werden, daß sie plutonischen oder vulkanischen Erhebungen ihr Entstehen verdanken. In der Nähe dieser eruptiven Gebilde treffen wir die normalen Gebirgsmassen nicht selten mehr oder weniger verändert. Man pflegt deßhalb solche wohl metamorphische Bildungen zu nennen.

Die oberen Lagen der geschichteten Gebirgsmassen zeigen sich dem größten Theile nach als mechanisch zusammengehäuft, ohne eigentliche Schichtung, oder durch verschiedenartige Zertrümmerungen wieder zusammengekittet. Vielfach läßt sich bei ihnen eine Anschwemmung durch Fluthen erkennen. Sie bilden das quartäre oder aufgeschwemmte Gebirge, bei welchem wieder das Diluvium, älter als die historische Zeit, von dem Alluvium, das noch jetzt sich erzeugt, unterschieden wird.

Unter den quartären Gebilden zeigt sich eine durch viele organische Ueberreste (Fossilien) sich charakterisirende Reihe von Gebirgsmassen, die zum Theil deutliche Schichtung wahrnehmen lassen, zum Theil aber auch durch Zertrümmerung und Wiederverkittung schon vorhandener Gebilde entstanden sein müssen. Man nennt diese Gebirgsmassen das tertiäre Gebirge oder das Gebirge über der Kreide.

Je nachdem die in demselben vorhandenen Fossilien, hinsichtlich ihrer relativen Menge, mit noch lebenden Gattungen und Arten übereinstimmen, unterscheidet man pleistocäne, pleocäne, miocäne und eocäne Gebilde.

Die nun folgenden Gebirgsmassen zeichnen sich meistens durch regelmäßigere Schichtung, aber zugleich durch oft plötzlich sich ändernde petrographische Beschaffenheit ihrer Massen und der darin vorkommenden Fossilien aus. Diese zeigen in den verschiedenen Formationen häufig einen durchaus eigenthümlichen und von dem der andern gänzlich verschiedenen Charakter; zugleich gehören sie um so mehr den höheren Thier- und Pflanzenklassen an, je jünger die Schichten sind. Man faßt diese Gebirgsmassen unter dem Namen der sekundären oder Flötzgebirge zusammen. Sie zerfallen in folgende Hauptgruppen, und diese wieder in einzelne Formationen.

A Kreidegruppe. 1. Kreideformation, 2. Quaderformation, 3. Hils und Néocomien.

B. Jura- oder Oolithengebirge. 1. Waldformation, 2. Oolithenformation, 3. Lias.

C. Trias- oder Salzgebirge. 1. Keuper, 2. Muschelkalk, 3. oberer bunter Sandstein.

D Permische oder obere paläozoische Gruppe. 1. Unterer bunter Sandstein, 2. Zechstein- oder Kupferschiefergebirge, 3. Rothliegendes, 4. ältere Steinkohlenformation.

Bei den nun folgenden Gebirgsmassen ist es oft schwer, sowohl in petrographischer, als paläontologischer Beziehung eine scharfe Grenze zwischen den letzteren Formationen der vorhin aufgezählten Gebilde zu ziehen, obgleich die mechanische Bildung die bei weitem vorherrschende ist. Sie ruhen größtentheils auf Gebilden, die man zwar oft noch geschichtet nennen kann, die aber ganz frei von Fossilien sind, und bei welchen nicht die regelmäßige Aufeinanderfolge der petrographisch verschiedenen Glieder Statt findet. Die zuerst erwähnten Gebilde nennt man das Transitions- oder Uebergangsgebirge, wobei wieder devonische und silurische Gebilde unterschieden werden; die fossilfreien Gebilde aber das primäre oder Grundgebirge.

Die abnormen oder massigen Gebirgsbildungen bilden eine unabhängige Reihe von Massen, welche sich, wie die primären Bildungen, fossil-

frei und hinsichtlich ihrer Lagerungsverhältnisse eine große Verschiedenheit zeigen, und auf das Mannichfaltigste in die geschichteten Gebilde eingreifen. Man unterscheidet bei ihnen wohl plutonische und vulkanische Gebilde.

Obgleich, wie leicht erhellt, der Bergmann eine vollständige Kenntniß von dem Bau der Erdrinde sich verschafft haben muß, so sind es doch hauptsächlich nur einzelne, bestimmt begrenzte Gebirgsmassen, Gebirgslager, in den vorhin aufgezählten Gebilden, und selbst von diesen Gebirgslagern wieder einzelne Theile oder Massen, welche den eigentlichen Stoff zum Bergbau darbieten. Man nennt sie die den Gebirgslagern untergeordneten Massen. (Werner nannte sie besondere Lagerstätten.) Sie unterscheiden sich dadurch wesentlich von einander, daß sie zu den umschließenden Gebirgslagern hinsichtlich der Struktur oder Schichtung entweder in bestimmter Beziehung stehen, oder daß sie ganz unabhängig davon sich zeigen. Solche untergeordnete Massen, die zwischen den Schichten des umschließenden Gebirgslagers sich finden, heißen Lager. Die Gebirgsmasse, welche auf dem Lager ruht, heißt das Hangende, die Gebirgsmasse aber, worauf das Lager ruht, das Liegende des Lagers. Zeigen die Lager im Allgemeinen eine gleichbleibende Mächtigkeit, so pflegt man sie tafelförmig, und wenn sie insbesondere Steinkohlen und den kupferhaltigen bituminösen Mergelschiefer enthalten, und nur geringe Neigung gegen den Horizont — Fallen — zeigen, Flötze zu nennen. Bei den Flötzen nennt man das Hangende meistens das Dach, das Liegende aber die Sohle. Sind die Lager von krummen Flächen begrenzt und zeigt sich namentlich nach der Erdoberfläche zu die Konkavität, so heißen sie kesselförmig, welche Gestalt manche Braunkohlenlager haben. Haben sie gegen ihre Ausdehnung nach der Länge und Tiefe eine bedeutende Mächtigkeit, so nennt man sie stockförmige Lager oder Stöcke, wohin z. B. manche Gypslager, das Erzlager im Rammelsberge am Harz, und das Fahluner Erzlager in Schweden gehört; wenn sie endlich zu größeren Gebirgsmassen sich ausdehnen, stückgebirgsförmige Lager, wohin manche der Eisensteinablagerungen in Lappland und das Eisenerzlager des Taberges in Schweden gehört.

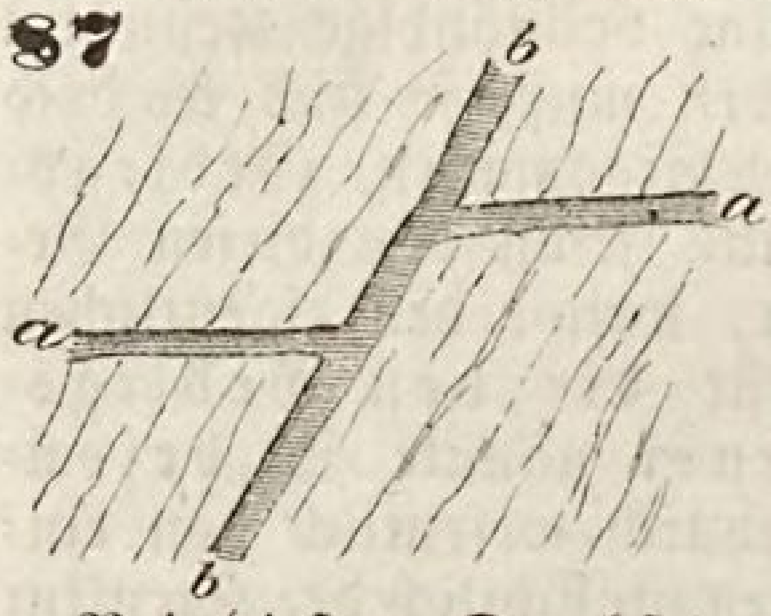
Gänge nennt man die untergeordneten Massen, die meistens von der Struktur oder Schichtung der umschließenden Gebirgslager sich unabhängig zeigen, zugleich aber nach zwei Richtungen eine viel größere Ausdehnung als nach der dritten darbieten. Sie sind Ausfüllungen von Spalten zu vergleichen, welche in den umgebenden Gebirgslagern entstanden. Diese nennt man das Nebengestein der Gänge.

So wie nun bei der Entstehung der Spalten eine große Mannichfaltigkeit hinsichtlich ihrer Form, Begränzung und Ausdehnung Statt finden konnte, und so wie schon vorhandene Spalten später von andern wieder durchschnitten werden, und letztere auf die ersteren eine Veränderung in ihrer Lage hervorbringen konnten: so zeigt sich diese Verschiedenheit auch bei den Gängen. Manche dieser Verschiedenheiten werden namentlich von dem Bergmanne mit verschiedenen Namen belegt, von denen folgende häufig angewandt werden.

Verändert ein Gang plötzlich sein Streichen, d. h. wird der Winkel, den seine Längsrichtung mit dem durchgelegten magnetischen Meridiane bildet, ein anderer, so sagt man, er kommt aus seiner Stunde. Das Aufhören eines Ganges hinsichtlich seines Streichens oder seiner Richtung in die Tiefe nennt man das Auskeilen desselben. Wird die Mächtigkeit eines Ganges, d. h. seine Ausdehnung nach der Breite, plötzlich größer, so sagt man, der Gang thut sich auf; wird sie plötz-

lich geringer, er verdrückt sich. Nicht selten findet eine Zerspaltung eines Ganges in mehrere Theile Statt; dieß nennt man eine Zertrümmerung des Ganges, die einzelnen Theile nennt man Gangtrümmer. Wird ein Gang a, a (Fig. 87) plötzlich durch einen andern b, b abgeschnitten, so daß der erstere an einer andern Stelle des Hangenden oder Liegenden von b, b weiter fortsetzt, so sagt man von dem Gange a, a, er werde von b, b verworfen; den Gang b, b pflegt man den Durchsetzer zu nennen. Ein ähnliches Vorkommen findet sich auch sehr häufig bei den Flötzen, namentlich bei den Steinkohlenflötzen.

87



Bei diesem Durchsetzen zeigt sich auch zugleich ein Kennzeichen des relativen Alters der Gänge, indem der Durchsetzer als der jüngere erscheint. Es ist bergmännisch sehr wichtig, zu wissen, wo man den verworfenen Gang wieder aufzusuchen habe. In dieser Hinsicht ist zu vergleichen: Schmidt's Theorie der Verschiebungen älterer Gänge, Frankfurt 1810; Hecht's einfache Konstruktion zur Bestimmung der Kreuzlinie zweier Gänge u. s. w., Leipzig 1825; Zimmermann's Wiederausrichtung verworfener Gänge, Lager und Flötze, Darmstadt 1828.

Die Gebirgsmasse, welche den Gangraum ausfüllt, heißt im Allgemeinen die Gangmasse, die oft aus mannichfaltigen metallischen und nichtmetallischen Mineralien besteht, und worauf die bergmännische Unterscheidung von edlen und tauben Gängen beruht, obgleich auch manche der letzteren einer bergmännischen Bearbeitung fähig sind, wie dieß z. B. bei Baryt- und Flußspathgängen der Fall ist. Ein Gang wird faul genannt, wenn die Gangmasse aus Thon oder Letten besteht.

Die Gangmasse zeigt sich mit dem Nebengesteine am häufigsten fest verbunden; zuweilen aber findet ein allmäliger Uebergang des Nebengesteins in die Gangmasse Statt, oder beide Massen sind durch eine zwischenliegende dünne Schicht einer verschiedenen Felsart von einander getrennt. Diese heißt dann das Sahlband oder Besteg des Ganges.

Nur selten kommen die Gänge in einer Gebirgsgegend isolirt vor, sondern meistens finden sich deren mehrere neben einander, wobei wieder Mannichfaltigkeiten in Hinsicht auf Trennung und Vereinigung derselben, sowohl dem Streichen, als dem Fallen nach, sich zeigen. In einzelnen Fällen zeigt sich der Gang auch bis zu Tage fortgesetzt. Dieß Hervortreten des Ganges nennt man sein Ausgehendes. Dasselbe Vorkommen findet sich auch bei Lagern und Stöcken.

Ist ein Gebirgslager von vielen miteinander verbundenen Gängen so durchzogen, daß das Ganze einem Gewebe von Gängen gleicht, so nennt man dasselbe ein Stockwerk oder einen stehenden Stock, wohin z. B. die Zinnstockwerke im sächsischen Erzgebirge gehören.

Endlich zeigt sich auch bei Gängen, Lagern und Stöcken eine Verschiedenheit der Gestalten einzelner Mineralmassen in denselben, was namentlich für den Bergmann in Hinsicht auf die bauwürdigen Mineralien von Wichtigkeit ist. Letztere sind nämlich in der übrigen Gang- oder Lagermasse nur eingesprengt, oder sie finden sich in größeren Formen. Besteht die Gangmasse nur aus Einem Mineral, so nennt man das Vorkommen massig. Oder es finden sich vom Hangenden und Liegenden bis zur Mitte hin lagenförmig die verschiedenen Massen symmetrisch neben einander. Oder einige der Gangmassen sind gleichsam in anderen eingewachsen, wobei die Formen der eingeschlossenen Massen wieder eine Ver-

schiedenheit zeigen können. Dieß Vorkommen bezeichnet man durch die Benennung Sphärentextur.

Sind die eingeschlossenen Theile Erze, so nennt man sie wohl Nester, Nieren, wenn sie unter sich zusammenhängen; und bei isolirtem Auftreten Butzen. Endlich finden sich in den Gängen häufig hohle Räume (Drusenräume), deren Wandungen oft die reinsten Krystallformen der Mineralien enthalten.

In Hinsicht auf das Verhalten der Gänge zu dem Nebengestein kann man von den vorhin betrachteten Gängen, deren Streichen mit dem des Nebengesteins keinen Parallelismus zeigt, sowohl die Gänge unterscheiden, welche einen Zwischenraum zwischen zwei gemeiniglich ungleichartigen Gesteinen ausfüllen, wohin z. B. die meisten der Harzer und im Westphälischen vorkommenden Eisensteingänge gehören, und die man deßhalb wohl Kontaktgänge genannt hat, als auch die Gänge in verwandten Gesteinen, wohin die Granitgänge im Granit, die Zinnerzlagerstätten in zinnerzführenden Gesteinen u. s. w. gehören.

Was die Hypothesen über die Entstehung der Gänge betrifft, so bestand die erste, zuerst von Werner aufgestellte darin, daß die Gangspalten durch Ablagerung aus dem Wasser von oben nach unten sich ausgefüllt und gleichzeitig mit der Ablagerung der Gebirgsmassen sich gebildet hätten. Obgleich nicht geläugnet werden kann, daß auf diese Weise manche Gesteinspalten sich ausgefüllt haben können und selbst noch jetzt so entstehen: so ist doch zu bemerken, daß diese Entstehungsart nicht auf alle Gänge und andere Lagerstätten ausgedehnt werden darf, wie denn auch die Werner'schen Sätze für die Freiberger Gänge in Sachsen vollständig von mehreren Geognosten widerlegt sind. Man nennt diese Hypothese die Descensionshypothese.

Nach der Kongenerations- und Lateralsekretions-Hypothese sind die Gänge gleichzeitig mit dem Nebengestein entstanden, ähnlich wie die Mandeln und Nieren in manchen Gesteinen durch eine Aussonderung und gegenseitige Anziehung von Substanzen, die verschieden von den Theilen der Gebirgsmassen, zu diesen eine geringere Anziehung äußerten, als sie unter sich zeigten.

Nach der ersteren dieser beiden Hypothesen sind demnach die Gänge keine Spaltenausfüllungen; nach der zweiten aber haben die aus dem Nebengestein ausgeschiedenen Massen sich nur in den vorhandenen Spalten konzentrirt.

Die meisten Anhänger besitzt, und ohne Zweifel auch mit Recht, die s. g. Ascensionshypothese, nach welcher die Spaltenausfüllungen mancher Gänge durch Injektion der Gangmasse von unten im heißflüssigen Zustande; andere aber, ebenfalls von unten, durch Ablagerung aus aufgestiegenen mineralischen, meist heißen Gewässern, also durch Infiltration; noch andere endlich durch Sublimation aus aufgestiegenen Dämpfen, sich erzeugt haben.

Auf die nämliche Weise, wie man in der Orographie die Gebirgslager, die man unter gleichen Umständen oder als gleichzeitig gebildet sich denken kann, zu einer Formation zusammenfaßt, so hat man auch in neuerer Zeit versucht, die untergeordneten Massen zu Formationen zu vereinigen. Man vergleiche in dieser Hinsicht Cotta's Grundriß der Geognosie und Geologie. Dresden, 1846.

Beim Aufsuchen nutzbarer Mineralien dient insbesondere nur die Kenntniß des Vorkommens der Erzlagerstätten in den verschiedenen Gebirgsformationen als Führerin, während die Beachtung mancher anderer Umstände, als das Vorkommen warmer Quellen oder Mineralwasser, oder das schnelle Schmelzen des Schnees oder das Verdorren mancher Bäume

auf gewissen Stellen, oder das Vorkommen gewisser Pflanzen nur in sehr einzelnen Fällen (Letzteres unter Anderen beim Aufsuchen von Steinsalz) als erfolgreich, im Allgemeinen aber als sehr trügerisch sich bewährt hat.

Bei den Auskünftsmitteln, welche die Geognosie für das Aufsuchen bergbauwürdiger Lagerstätten darbietet, kann man negative und positive unterscheiden. Zu jenen gehört z. B., daß man in den abnormen Gebirgsmassen vergeblich nach Steinsalz, Stein- und Braunkohle suchen würde. Zu den positiven Merkmalen kann man die Abweichung der Magnetnadel an gewissen Stellen rechnen, die auf Eisenerzlagerstätten deutet, oder das Vorkommen der Ganggesteine u. dgl. m. In solchen Gebirgsgegenden, wo gangbarer Bergbau existirt, werden Versuchsarbeiten ausgeführt, die theils in dem Ueberröschen, theils im Schürfen, theils im Bohren mit dem Erdbohrer bestehen. Die Ueberröschung besteht in der Führung von Gräben in sich kreuzenden Richtungen in der Dammerde bis zum festen Gebirgsgestein nieder, um die Beschaffenheit des letzteren zu erkennen. Denselben Zweck hat das Schürfen, welches in dem Niedertreiben kleiner Schächte besteht. Beide Operationen können aber nur bei den zu Tage aussetzenden Lagerstätten als erfolgreich sich zeigen. Uebrigens wird das Schürfen auch bei schon bekannten Gängen dann angewandt, wenn man ihre Ausdehnung nach dem Streichen ermitteln will.

Der Erdbohrer findet besonders beim Aufsuchen von Flötzen seine Anwendung, wodurch die Mächtigkeit und die petrographische Beschaffenheit der über einander liegenden Gesteinsschichten erkannt wird. Ueber die einzelnen Theile des Erdbohrers, so wie über das Verfahren des Bohrens siehe den Artikel Artesische Brunnen.

Die bergmännische Orientirungskunst. — Hierunter versteht man die Fertigkeit, von der Lage und Ausdehnung unterirdischer Räume und Erzlagerstätten sich ein richtiges Bild zu entwerfen. Dazu gehört zunächst die Kenntniß der Maße. Das gewöhnliche Bergwerkslängenmaß ist das Lachter mit seinen Unterabtheilungen, das aber in verschiedenen Ländern verschieden ist. Das Harzer Lachter mißt 6⅔ Braunschweiger Fuß (1 Braunschweiger Fuß = 126,38 Pariser Linien = 0,2851 Meter).

Zum Winkelmaß dient theils der Gradbogen, theils der Kompaß, die Eisenscheibe und in neuerer Zeit auch der für unterirdische Beobachtungen eingerichtete Theodolith, deren Beschreibung aber hier zu weit führen würde, um so mehr, da sie nur von dem Markscheider angewandt werden. Es mag indessen erwähnt werden, daß der s. g. bergmännische Taschenkompaß den Bergmann beim Orientiren in den Stand setzt, sowohl das Fallen als das Streichen der Erzlagerstätten zu bestimmen. Ein vollendetes Bild von einem Grubenbau geben die von dem Markscheider nach Aufnahmen (Zügen) entworfenen Karten, bei denen man (General- und Spezial-) Grundrisse, Horizontal-Durchschnitte, Profil- und Seigerrisse unterscheidet, von welchen die letzteren auf einer Vertikalebene projizirt sind.

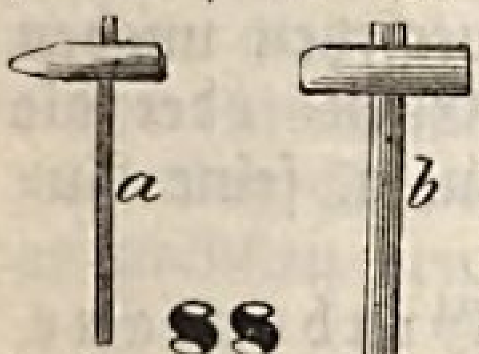
A. Der Grubenbetrieb. — 1. Die Arbeiten auf dem Gesteine. Die Häuerarbeiten. Hierunter versteht man die Arbeiten des Bergmannes, durch welche die Erz- und Gangarten von dem Nebengesteine der Lagerstätten getrennt werden. Sie sind verschieden nach dem Grade der Festigkeit des Gesteins; man unterscheidet gewöhnlich folgende 5 Grade, worauf auch die Eintheilung der Häuerarbeiten beruht.

a) Die Gesteinsfestigkeit wird rollig genannt, wenn ihre Theile nur einen losen Zusammenhang haben, wie dieß bei der Dammerde, den

Sandmassen, manchen Seifengebirgsmassen u. s. w. der Fall ist. Man nennt diese Arbeit das Wegfüllen. Dazu dient nur die Schaufel und Kratze, und zur Wegförderung der Trog oder Korb und der Laufkarren.

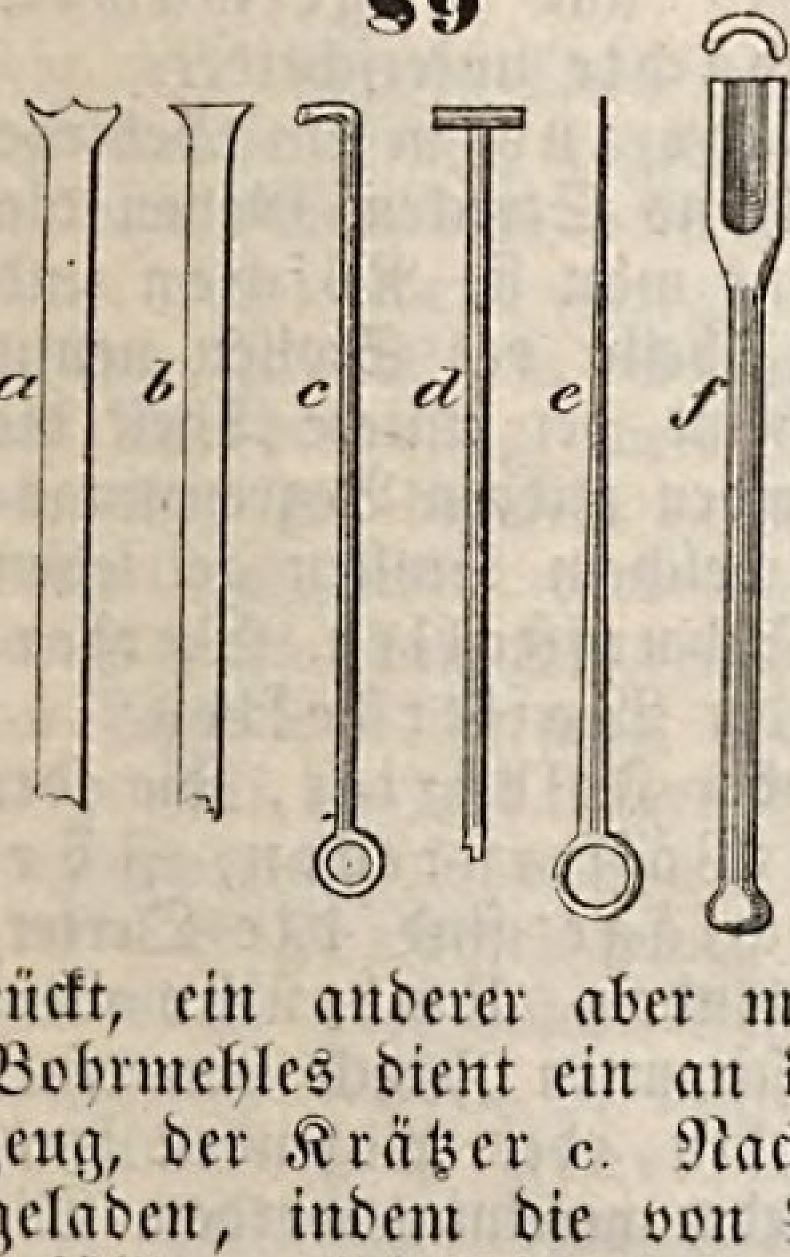
b) Milde ist der Festigkeitsgrad, wenn der Zusammenhang der einzelnen Theile sich durch Anwendung geringer Kraft aufheben läßt, wie dieß bei dem Thon, Lehm und Letten, bei Steinkohlen und dem Steinsalz u. s. w. der Fall ist. Man nennt diese Arbeit die Keilhauenarbeit. Die dabei angewandten Werkzeuge sind die Keilhaue, der Schräm- oder Spitzhammer (weniger gekrümmt als jene und über dem Oehre noch mit einer Bahn versehen), der Schrämspieß und die Letten- oder Radhaue.

c) Schneidig heißt das Gestein, wenn zur Trennung einzelner Theile desselben eiserne oder stählerne Geräthschaften angewandt werden müssen, wie dieß bei mehreren späthigen Gesteinen, dem Mergel und dem Mergelschiefer u. s. w. der Fall ist. Man wendet dazu (Fig. 88) das Bergeisen a und das Fäustel b (den Schlägel), und in einzelnen Fällen Keile, Fimmel und Brechstangen an. Diese Arbeit heißt die Schlägel- und Eisenarbeit, und wurde vor der Erfindung des Schießpulvers auch in allen den Fällen angewandt, wobei man sich jetzt des Sprengens bedient. Jetzt findet sie hauptsächlich nur bei dem Bühnlöcher- und Brüstehauen ihre Anwendung.



88

d. Fest nennt der Bergmann das Gestein, das nur mit bedeutendem Kosten- und Zeitaufwande ohne Anwendung des Schießpulvers sich bearbeiten läßt. Man nennt diese Arbeit deßhalb die Sprengarbeit. Dabei ist zunächst die Anlegung des Bohrloches von Wichtigkeit, um demselben die Richtung und Tiefe in dem Gesteine zu geben, daß der Erfolg des Sprengens ein möglich größter wird, wobei aber hauptsächlich die Festigkeit und Struktur des Gesteins zu berücksichtigen ist. Vor dem Ansetzen des Bohrloches wird meistens die betreffende Stelle mit dem Bergeisen geebnet, auch der Anfang des Bohrloches gebildet, welches man das Zubrüsten nennt. Das Bohren selbst geschieht mittelst des Bohrers und Fäustels. Nach der Form der ersteren unterscheidet man Kolben-, Kronen- und Meißelbohrer (Fig. 89). Die ersteren a haben an dem unteren Theile, der Bahn oder dem Bohrende, 2 Kreuzschneiden mit 5 hervorspringenden Spitzen; die Kronenbohrer 4 Spitzen mit 4 einspringenden Winkeln und die Meißelbohrer b eine Schneide. Die ersteren wendet man hauptsächlich nur an, um das Loch zylindrisch zu machen. Bahn und Kopf des Bohrers haben eine größere Breite, als der übrige Theil, der Schaft. Der Durchmesser der Bohrlöcher beträgt 1 bis 1¾ Zoll. Man unterscheidet noch ein- und zweimännische Bohrlöcher, je nachdem von demselben Arbeiter Bohrer und Fäustel gehandhabt wird, oder ein Arbeiter den Bohrer rückt, ein anderer aber mit dem Fäustel schlägt. Zum Ausziehen des Bohrmehles dient ein an dem unteren Ende umgebogenes eisernes Werkzeug, der Krätzer c. Nach dem Bohren wird das Bohrloch besetzt oder geladen, indem die von Papier verfertigte, mit 4 bis 6 Loth Pulver gefüllte, zylindrische Patrone in das Bohrloch gesteckt, mit dem Staucher d angedrückt, darauf die am zweckmäßigsten von Kupfer verfertiget

89


Räum- oder Schießnadel e durch den Boden der Patrone gestoßen, und dann das Loch rund um die Nadel herum mit thonigen, quarzfreien Gesteinsmassen mittelst des Stampfers f ganz gefüllt. Sodann wird die Räumnadel durch Hülfe eines Bohrers, den man in den oben angebrachten Ring, das Ohr steckt, herausgeschlagen, in das offen gebliebene Brandloch das ausgebohrte Schießröhrchen mit dem Pulver in Berührung gebracht, nachdem die innere Wandung des Röhrchens mit Pulver angerieben war, und auf die obere Oeffnung desselben der Schwefelfaden, das Schwefelmännchen, gestellt, und dieß endlich angezündet.

e) Höchstfest ist der äußerste Grad der Gesteinsfestigkeit, der selbst das Bohren erschwert, und wobei man sich zur Trennung der Theile des Gesteins des Feuersetzens bedient, um das Gestein durch die Hitze mürbe zu machen, und die einzelnen Theile durch Keilhaue, Brechstange und große Fäustel vollends zu trennen. Diese Operation wird besonders in Weitungen auf Stockwerksbauen dann angewandt, wenn man den Abbau von unten aufwärts führt. Die durch das Feuersetzen uneben gewordene Sohle wird dann durch die Schlägel- und Eisen- oder die Sprengarbeit wieder geebnet. Das Feuersetzen findet u. a. seine Anwendung in Ungarn und im Rammelsberge am Harz.

2. Die Veranstaltung und der Betrieb der Grubenbaue. — Nach dem Zwecke der Grubenbaue unterscheidet man Versuchs-, Vorrichtungs- oder Hülfs-, und Abbaue oder eigentliche Grubenbaue. Die ersteren haben den Zweck, theils neue Erzlagerstätten aufzufinden, theils die schon aufgefundenen hinsichtlich ihrer Ausdehnung und Bauwürdigkeit näher kennen zu lernen. Durch Vorrichtungs- und Hülfsbaue sollen die Versuchsbaue in den Stand gesetzt werden, die zum Abbau stehenden Lagerstätten zweckmäßig aushauen zu können. Die Abbaue endlich dienen zur Gewinnung der auf den Lagerstätten vorhandenen nutzbaren Mineralien.

Nach der Form unterscheidet man in den Grubenbauen: 1. solche, die in söhliger oder nur wenig geneigter Richtung geführt werden; man nennt sie Oerter, wobei man wieder Stollen, Strecken, Querschläge und Umbrüche unterscheidet; und 2. Schächte, d. h. solche Grubenbaue, die in lothrechter oder dieser genäherter Richtung geführt werden, und bei denen man wieder Haupt- und Tageschächte, Stollenlichtlöcher, Kommunikationsschächte unterscheidet.

Die Stollen sind Oerter, welche vom Tage aus in ein Gebirge ausgehauen sind; alle anderen nennt man meistens Strecken. Gehen die Stollen an zwei Seiten zu Tage aus, so nennt man sie Röschen und Wasserläufe. Die zu Tage ausgehenden Theile der Stollen nennt man das Mundloch. Bei allen Oertern heißt der untere Theil die Sohle, der obere die Förste, First; die beiden andern Begrenzungsflächen die Wangen. Nach dem Zwecke, zu welchem Stollen getrieben werden, unterscheidet man wieder Such- oder Schurfstollen, Wetterstollen, Förderungsstollen und Erb- oder Wasserstollen.

Bei den Strecken werden Feldstrecken oder Feldörter, die der Lagerstätte entlang getrieben werden, dann Wasserstrecken, Förderstrecken, u. s. w. unterschieden. Querschläge sind die Oerter, welche Stollen oder Strecken mit einander verbinden. Umbrüche werden solche Oerter genannt, welche zu einem bestimmten Zwecke von einer Strecke oder einem Stollen aus im Hangenden oder Liegenden fortgeführt, und an einer andern Stelle damit wieder vereinigt werden. Die Schächte, die zu Tage ausgehen, heißen Tageschächte, sie dienen zugleich zur Förderung, d. h. zum Ausbringen der ausgehauenen Mine-

ralien und zum Ein- und Ausfahren der Arbeiter; der unterste Theil heißt das Gesenk. Gehen sie auf einen Stollen nieder und dienen zugleich zum Wetterzuge, so nennt man sie Lichtlöcher. Nach verschiedenen anderen Zwecken unterscheidet man denn noch Fahr-, Treib-, Kunst-, Wetter-, Zieh- und Rollschächte; letztere beide verbinden die Förderstrecken mit den darüber oder darunter liegenden Abbauen und dienen nur zur Weiterförderung der gewonnenen Mineralien auf die Strecken.

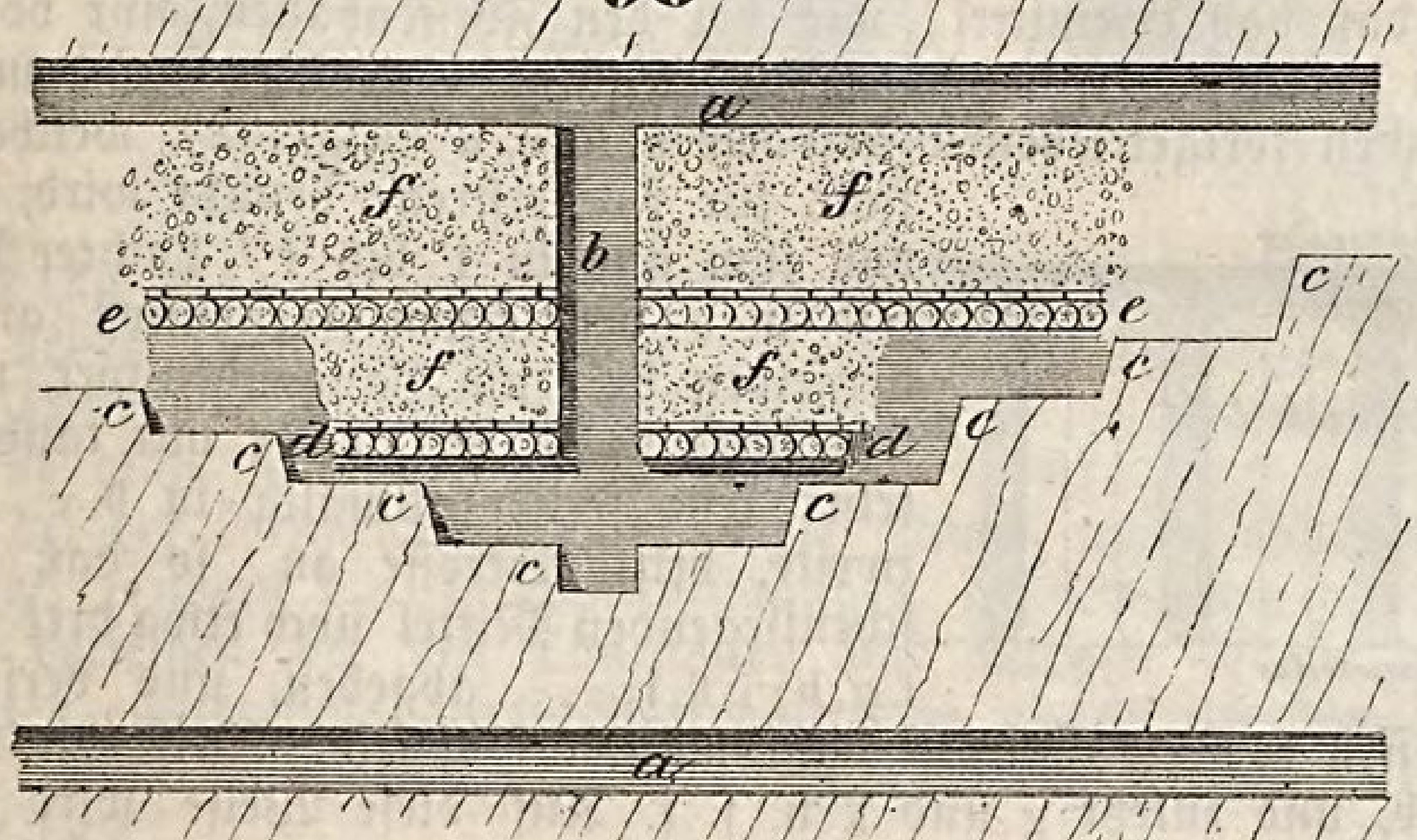
Seiger niedergetriebene Hauptschächte pflegt man Richtschächte zu nennen.

Es muß hier genügen, nur die verschiedenen Arten der Oerter und Schächte aufzuführen, indem ohnehin der verschiedene Zweck derselben durch die angegebene Benennung ausgesprochen wird, während die spezielle Angabe der Rücksichten, die den Bergmann bei den Anlagen derselben leiten, hier zu weit führen würde.

Die Anlage des eigentlichen Grubenbaues richtet sich theils nach der geognostischen Verschiedenheit der Lagerstätten, theils auch nach dem inneren Gehalte der abzubauenden nutzbaren Mineralien. Man unterscheidet hiernach folgende Arten:

a) Der Strossenbau heißt im Allgemeinen der Abbau, bei welchem der zwischen den auf einander folgenden Feldörtern (Auslängen) a, a

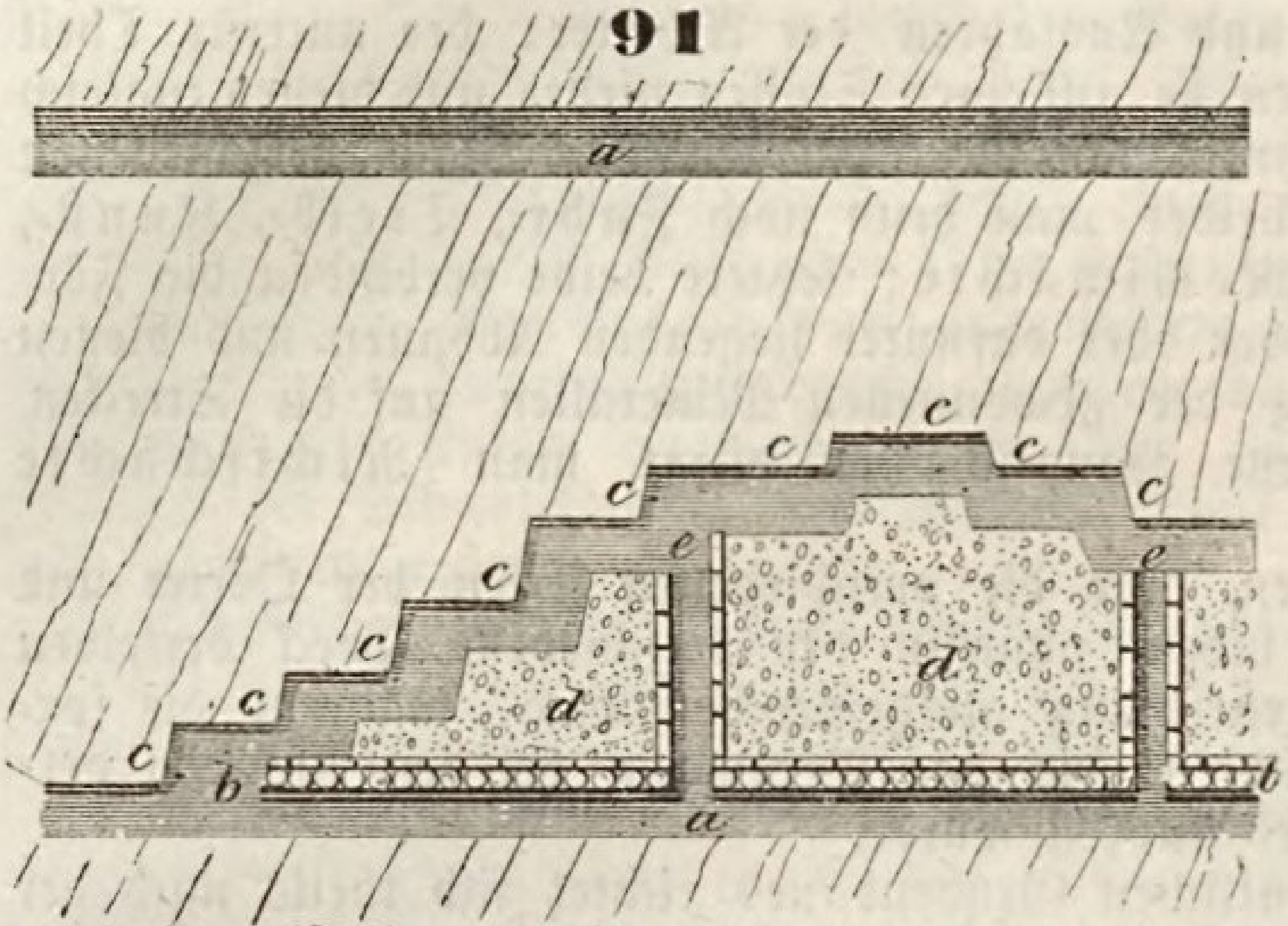
90



(Fig. 90) liegende Theil der Lagerstätte von oben nach unten treppen- oder terassenförmig abgebaut wird. Er beginnt mit einem Absinken b, um von diesem aus nach einer Seite oder nach beiden Seiten (Strossenbau mit einem Flügel oder zwei Flügeln) die treppenförmigen Absätze (Strossen, Strossenstöße c, c, c) auszuhauen. Hierbei verhält sich die Länge der Strossen zur Höhe etwa wie 3 : 1 oder 4 : 1. Da aber die dadurch entstehenden leeren Räume mit tauben Gesteinen wieder ausgefüllt werden müssen, auch den Arbeitern vor den Strossen Schutz nach oben hin verschafft werden muß: so werden vom Hangenden zum Liegenden Stempel d, d gezogen, diese dann mit Bohlen e, e belegt, um darauf die unhaltigen Gesteine f stürzen zu können. Man nennt diese Verzimmerung Strossenkasten.

b) Der Förstenbau ist der Abbau, wonach das Feld von unten nach oben durch eben solche Stufen (Förstenstöße), wie bei den Strossen, ausgehauen wird. Er beginnt in der Förste eines Feldortes a, Fig. 91, mit einem s. g. Uebersichbrechen b, von welchem aus nach einer Seite oder nach beiden Seiten die Förstenstöße c, c, ... angesetzt werden. Hierbei bedarf nur die unten liegende Feldortstrecke eines Schutzes durch Verzimmerung (Förstenkasten) oder Mauerung, und man stürzt auf

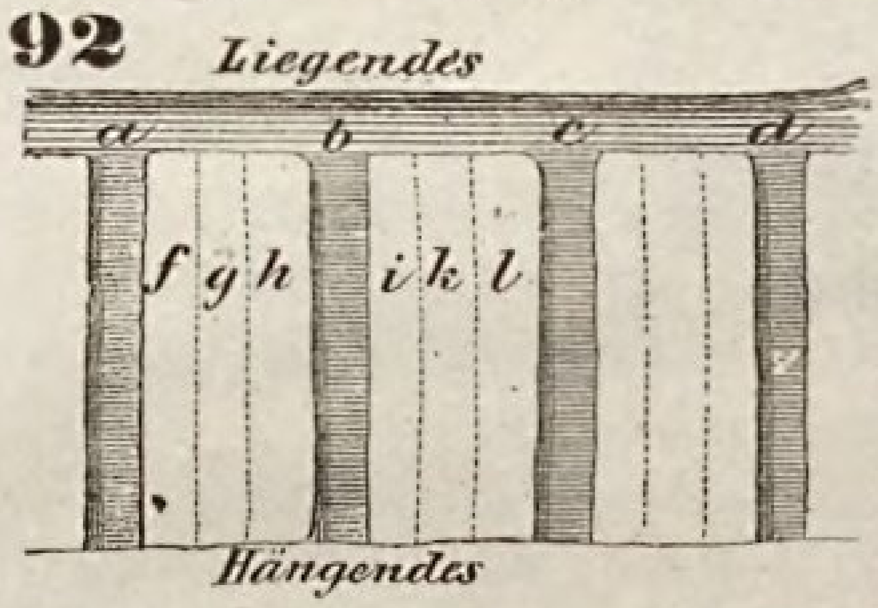
91



diese allmälig die ausgehauenen tauben Gesteine d. d. Offen gelassene leere Räume e (Rollschächte) dienen dann zum Herabstürzen der gewonnenen nutzbaren Mineralien. Da aber diese bei der Sprengarbeit leicht unter die auf die Förstenkasten gestürzten tauben Gesteine fallen, so werden die Förstenbaue bei s. g. edlen Geschicken nie angewandt. Mehrere andere Vortheile und Nachtheile, die der eine Abbau vor dem andern hat, müssen hier übergangen werden.

c) Der Querbau findet bei sehr mächtigen Lagerstätten seine Anwendung. Er unterscheidet sich von den beiden vorigen Abbauen dadurch, daß die Strossen- oder Förstenstöße nicht nach dem Streichen des Ganges oder Lagers, sondern vom Liegenden zum Hangenden angelegt werden, und daß das Erzmittel, wie bei den Förstenbauen, nur von unten nach oben ausgehauen wird. Man beginnt auch hier auf dem bereits am Liegenden fortgetriebenen Feldorte a, b, c, d (Fig. 92), welches ebenfalls zur Förderstrecke benutzt wird, und setzt von ihm aus in 1 bis 1½ Lachter Mächtigkeit in a den ersten Förstenstoß an, treibt denselben bis zum Hangenden fort, und versetzt diese erste Strosse mit tauben Mitteln; setzt ferner allmälig in b, c .... eine zweite, dritte Strosse an, so daß die zwischenliegenden Mittel noch etwa drei Strossen f. g, h; i, k, l; .... abgeben, und versetzt auch jene Strossen b. c.... Darauf baut man auf dieselbe Weise die Strossen f, h; i, l ab, und zuletzt g und k u. s. f. Auf diese Weise wird allmälig der erste oder unterste Stock abgebaut, und man haut so auch den zweiten, dritten Stock, bis zur darüber liegenden Förderstrecke, aus.

92



d) Der Stockwerksbau findet besonders in liegenden und stehenden Stöcken und Stückgebirgen seine Anwendung. Von dem am Hangenden getriebenen Feldorte treibt man durch die Lagerstätte in 5 bis 10 Lachter Entfernung von einander Querstrossen, verbindet diese durch parallele Strecken mit einander und theilt dadurch das ganze Erzmittel in Prismen, die man allmälig zu Weitungen etwa 4 Lachter hoch aushaut, dann mit tauben Gesteinen versetzt, und so allmälig den Abbau von unten nach oben fortführt, dabei aber einzelne Pfeiler als Bergfesten stehen läßt.

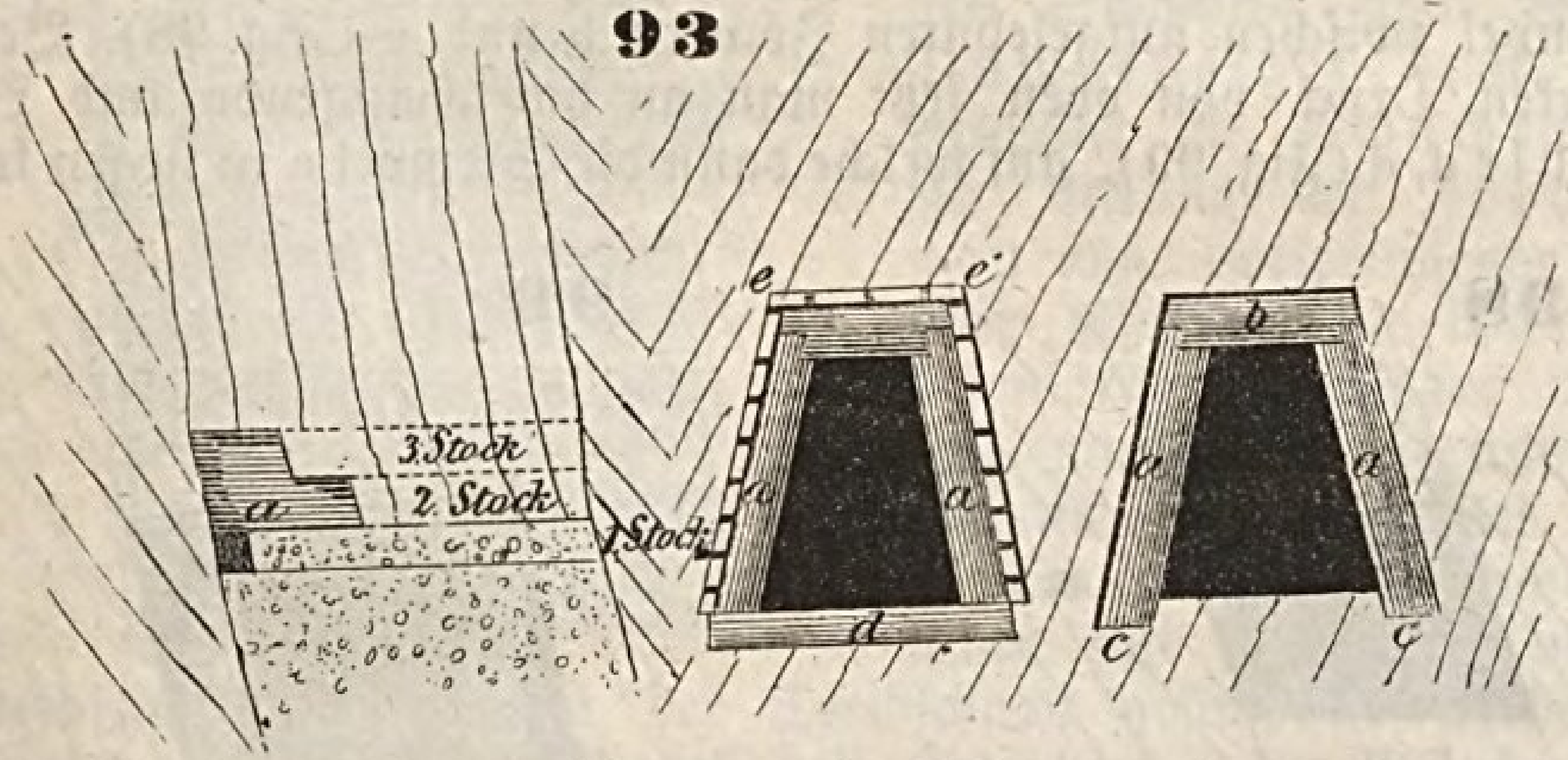
e) Der Pingenbau wird hauptsächlich auf mächtigen, zu Tage gehenden Lagern angewandt. Bei starkem Einfallen derselben legt man ein vom Hangenden zum Liegenden gehendes Absinken an, und richtet durch die Anlage von 1½ bis 2 Lachter hohen Stößen einen offenen Strossenbau vor, durch welchen man das Feld stoßweise aushaut. Er findet u. a. seine Anwendung bei den Eisensteinlagern bei Elbingerode am Harz.

Außer den hier aufgezählten Abbauarten kommen bei flachliegenden Flötzen, u. a. bei Steinkohlen, noch zwei andere Arten, der Streben- und Pfeilerbau vor, worüber der Artikel Steinkohle nachzusehen ist.

3. Der Grubenausbau. — Nachdem in dem Vorhergehenden die verschiedenen Arten der Baue beschrieben sind, um die nutzbaren Mineralien zu gewinnen, kommt es nun auch noch darauf an, die Mittel anzugeben, durch welche der Bergmann bei seinen Arbeiten vor dem Druck der Gesteinsmassen, der Ansammlung irrespirabler Gasarten und der Wasser ꝛc. sich schützen kann. Zunächst sollen hier die Mittel zur Beseitigung des Druckes der Gesteinsmassen angegeben werden, welche in der Unterstützung entweder durch Zimmerung oder durch Mauerung bestehen.

a) Stollen- und Streckenzimmerung. — Bestehen beide Wangen eines Stollens oder einer Strecke aus einem s. g. gebrächen Gestein, so wendet man zur Abwendung des Druckes zwei seiger oder etwas geneigt gestellte und meistens mit Einschnitten versehene Ständer a, a (Thürstöcke) (Fig. 93) und einen quer darüber horizontal liegenden

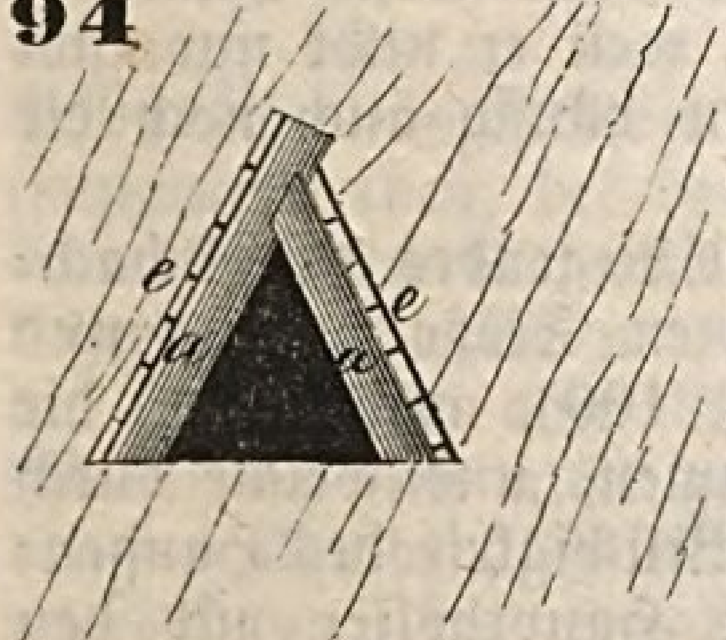
93



Balken b (die Kappe) an, die man in kleineren oder größeren Zwischenräumen neben einander setzt. Ist die Sohle des Stollens fest, so setzt man die Thürstöcke in ausgehauene Bühnlöcher c; im entgegengesetzten Falle stellt man sie auf vorher gelegte Grundsohlen d. Uebrigens kommen bei der Grubenzimmerung weder Zapfen und Zapfenlöcher, noch Nägel vor, sondern die Zusammenfügungen geschehen durch Einschnitte. Die Art derselben bei den Thürstöcken und Kappen, so wie die Stärke der letzteren richtet sich hauptsächlich nach dem auszuhaltenden Druck des Gesteins. Man nennt diese Art der Zimmerung ganze Thürstockzimmerung.

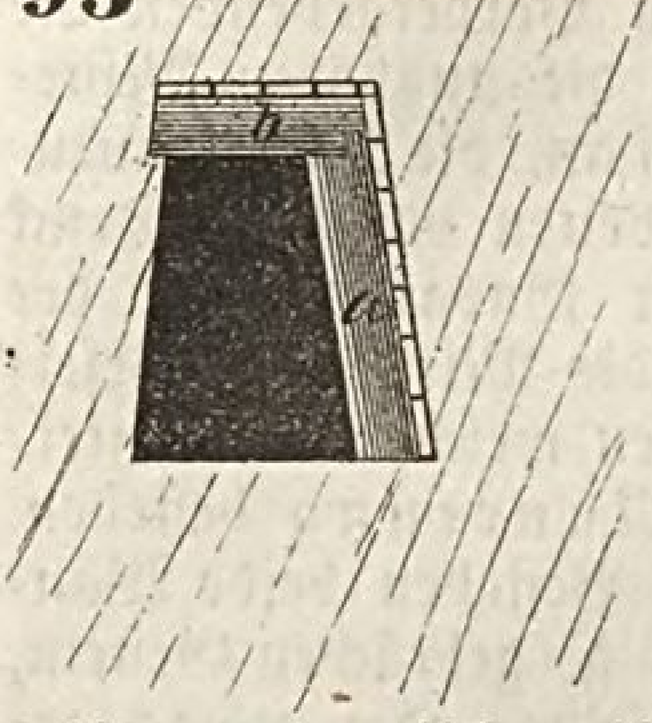
In Oertern, die durch bereits verstürzte Ausbaue (im alten Mann) getrieben werden, wendet man die Sparrenzimmerung oft vortheilhaft an, welche durch Fig. 94 erläutert wird.

94



In dem Zwischenraume zweier Paar Thürstöcke (dem Felde) werden Wangen und Förste meistens noch mit Ladholz e (Fig. 93 und 94) verschalt, um das Hereinfallen der sich losziehenden Gesteinsblätter zu verhindern. Ist das Hangende oder Liegende fest, so wendet man nur die Kappe b mit einem Thürstock a (halbe Thürstockzimmerung), und bei stark fallenden Gängen auch nur den Stempel a an, oder gibt demselben am Hangenden noch eine Widerlage b (Fig. 95, 96, 97). Da Stollen nicht nur zur Wegführung der Grubenwasser, sondern auch zur Befahrung und Förderung dienen, so wird auf der Sohle derselben noch ein aus Brettern bestehendes Tragwerk (Tretwerk) gelegt, welches, wenn der Stollen auch zur Wasserführung dient, erhöht werden muß. Bei den eigentlichen Strecken (den Feldörtern) nennt man die Zimmerung Kastenschläge. Ist Hangendes und Liegendes fest, so

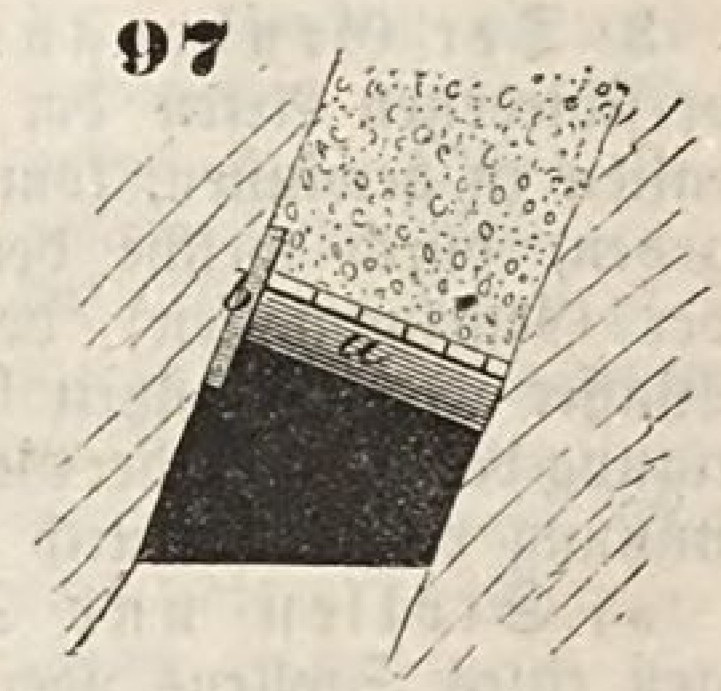
95



96

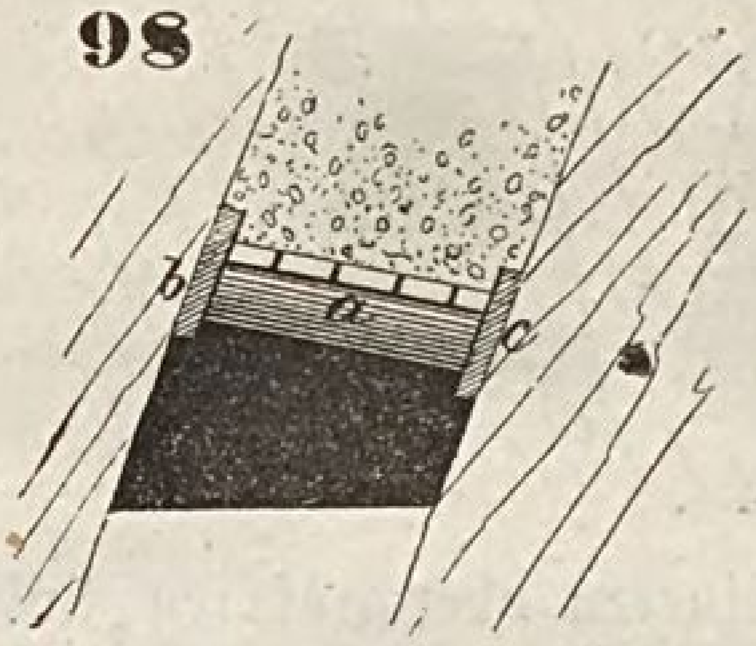


97

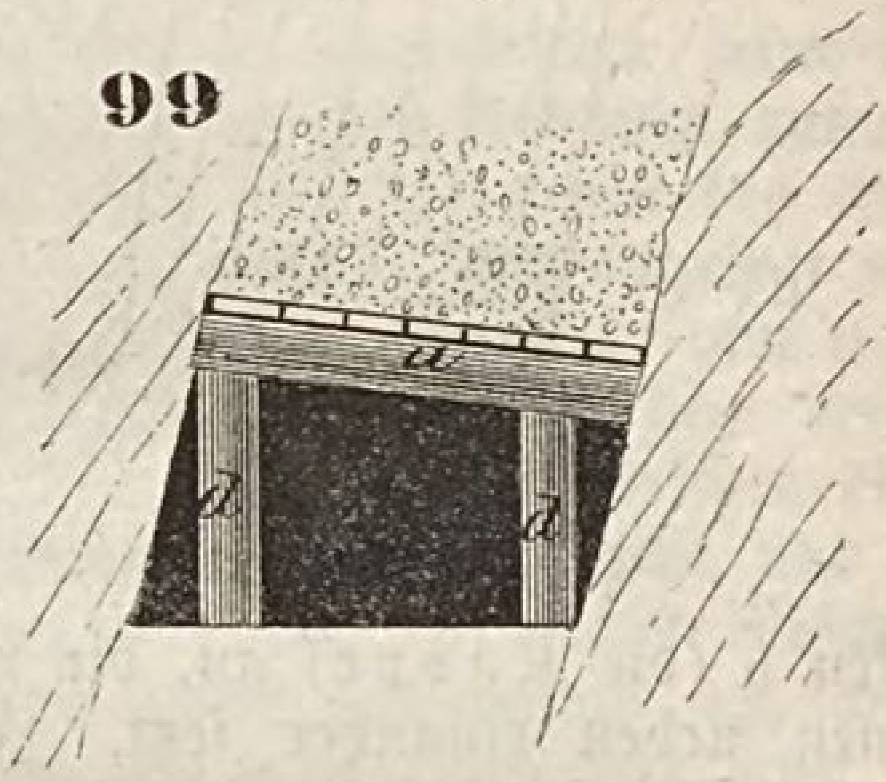


treibt man zwischen ihnen Stempel a ein, deren Enden in Bühnlöchern liegen, und verschalt sie oben. Wenn aber das Hangende oder Liegende, oder beide, den Bühnlöchern keine gehörige Festigkeit gewähren, so liegen die Stempel zwischen aufgelehnten Jöchern b und c (Fig. 98). Bei einem sehr starken Druck von oben setzt man an das Hangende und Liegende Anpfähle d, d (Fig. 99), auf welche dann die Stempel a zu liegen kommen.

98



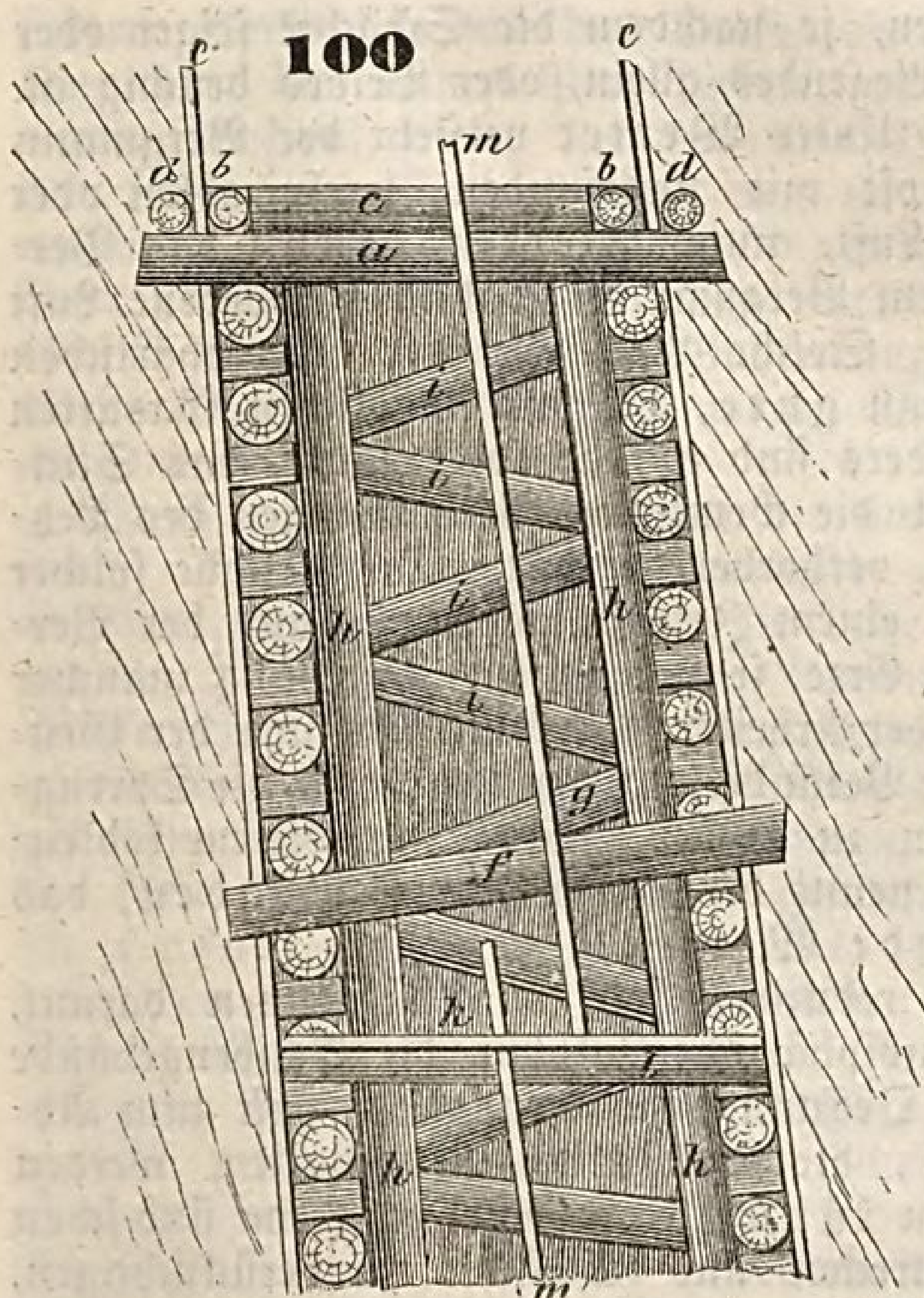
99



b) Schachtzimmerung. — Um einen Begriff von der Zimmerung eines Hauptschachtes zu geben, mag hier nur die eine Art derselben, die mit Wandruthen oder stehenden Jöchern beschrieben werden. Die größeren Schächte, die zugleich als Kunst- und Förderschächte dienen sollen, haben eine Länge von 3 bis $3\frac{1}{2}$ Lachter, und eine Breite von $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Lachter. Die beiden kürzeren Seiten des Rechtecks des Schachtes nennt man die kurzen, die beiden anderen die langen Schachtstöße. Jeder solche Schacht enthält nach der Tiefe, parallel den kurzen Stößen, noch eine Abtheilung von 2 und 1 oder $1\frac{1}{2}$ Lachter Länge, welche Theile durch Zimmerung von einander getrennt sind. Der größere parallelepipedische Raum dient zur Förderung und heißt der Treibschacht, der andere Theil der Fahr- und Kunstschacht, weil er nicht nur zum Ein- und Ausfahren der Arbeiter dient, sondern häufig auch noch die Wasserkünste enthält.

An einer Stelle unter Tage, wo Hangendes und Liegendes des Schachtes haltbar genug ist, legt man, die beiden kurzen Stöße entlang und in der Schachtscheidung, die Rüstbäume a (Fig. 100), auf welche, die langen Schachtstöße entlang, die Jöcher b, b kommen, und welche durch die dazwischen getriebenen Hauptsölzer c die Brüchigkeit des Hangenden und Liegenden sichern. Die Verbindung der Hauptsölzer mit den Jöchern b nennt man das Hauptgevier. Zu noch größerer Sicherheit bringt man hinter jene die Hinterpfändungen d, d und treibt zwischen diesen und den Jöchern die Schachtpfähle e, e ein. Zwei bis 3 Lachter tiefer zieht man nun vom Hangenden zum Liegenden in den beiden kurzen Stößen und in der Schachtscheidung die Tragstempel f, auf welche entweder wieder zunächst ein Hauptgevier g gelegt wird, oder sogleich die Wandruthen oder stehenden Jöcher h gestellt

100



werden, hinter welchen man dann wieder die Jöcher mit den Schachtpfählen anbringt. Zwischen den Wandruthen werden dann noch die Strebestempel i eingespreizt. Außerdem finden sich in dem Fahrschachte in 2 bis 3 Lachter Entfernung Bretter oder Pfosten k, die auf Lagern oder Bolzen l liegen, das Fahrloch enthalten und die Fahrten m tragen. Zum Zweck der Schachtförderung liegen am Liegenden des Schachtes noch die s. g. Dumpfhölzer, auf welchen entweder die Schachtstangen zur Leitung der Fördertonnen ohne vorspringende Ränder oder Pfosten, die Täfelung, befestigt sind, worauf die Tonnen mit Rändern und Schienen auf- und abgleiten. An der Oeffnung des Schachtes am Tage sind Fallthüren von Pfosten angebracht, mit welchen der Treibschacht geschlossen werden kann. Man nennt sie die Hängebank des Schachtes. In Absinken, Zieh- und Rollschächten ist die Verzimmerung einfacher und nur durch die größere oder geringere Festigkeit des Gesteins modifizirt, wovon die genauere Beschreibung aber hier übergangen werden muß.

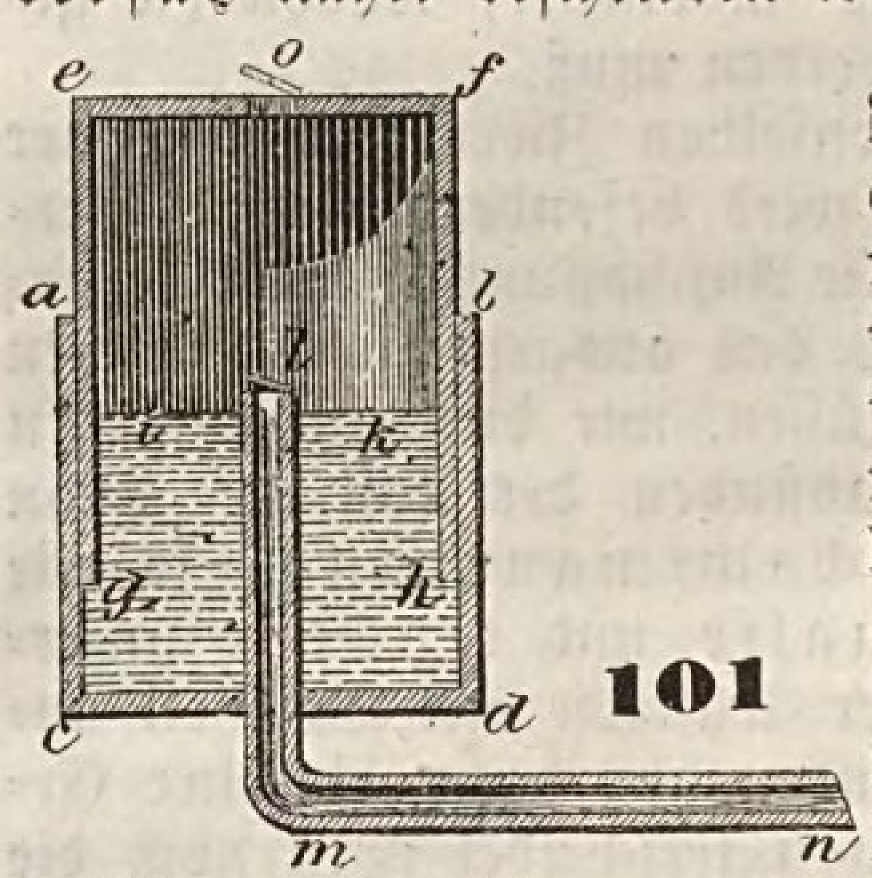
c) Grubenmauerung. — Sie soll denselben Zweck erfüllen, der bei der Grubenzimmerung erreicht wird, und wird besonders da mit Vortheil angewandt, wo das Holz sehr theuer, die Anschaffung guter Mauersteine minder kostspielig ist, und man von den ausgemauerten Bauen annehmen darf, daß sie viele Jahre stehen müssen, wie dieß unter andern bei tiefen Erbstollen, Förderschachten und Radstuben der Fall ist. Man kann bei ihr wieder die Strecken- und Schachtmauerung, so wie in Rücksicht auf die Art der Mauerung, nasse und trockene unterscheiden. Wann die eine oder die andere der letzteren mit Vortheil anzuwenden ist, hängt von verschiedenen Umständen ab, deren einzelne Erörterung hier zu weit führen würde. Auch unterscheidet man noch die Scheiben- und Gewölbemauerung. Bei der ersteren sind die Seitenmauern eben, bei der letzteren krummflächig; bei dieser endlich ist das Gewölbe entweder nach allen Seiten geschlossen, oder es ruht auf Widerlagern. Je nachdem bei einer Strecke oder einem Stollen das Gestein im Hangenden oder Liegenden oder in der Förste brüchig ist, wird die Mauerung eine nicht ganze oder ganze sein. Ist z. B. bloß ein Förstendruck vorhanden, so ist ein einfacher Korb- oder überhöhter Bogen hinreichend u. s. w. In Stollen, wo wegen der Wasserleitung noch Tragwerke erforderlich sind, mauert man wohl ein Wasserröschengewölbe von einer Wange zur andern, und legt auf dasselbe das Tragwerk.

Bei der Schachtmauerung müssen analog der Schachtzimmerung in gewissen seigeren Abständen (3 bis 4 Lachter) starke Hauptbögen, sowohl in alle 4 Schachtstöße, als auch in die Schachtscheidung gespannt werden, und auf ausgehauenen Widerlagern ruhen. Sie sind den Tragstempeln bei der Schachtzimmerung zu vergleichen. Auch bei ihr ist die

Art der Ausmauerung verschieden, je nachdem die Schächte seiger oder tonnlägig sind, Hangendes oder Liegendes allein, oder Beides brüchig ist.

4. *Die Wetterlosung.* — Unter *Wetter* versteht der Bergmann die in den Gruben befindliche, oft mit ungesunden, irrespirablen oder brennbaren Gasarten gemischte Luft, unter *Wetterlosung* das Verfahren, durch Zirkulation die dem Bergmanne schädlich gewordene Luft wieder möglichst rein zu machen. Solche Luft, die der atmosphärischen gleich kommt, nennt der Bergmann *gute*, die mit schädlichen Gasarten gemischte *böse Wetter*. Besonders sind es das kohlensaure, das Stickstoff- und das Wasserstoffgas und die chemischen Verbindungen des Letztern, wodurch die guten Wetter verdorben werden. Die Ursache solcher Gasentwickelungen ist theils in einem Zersetzungsprozesse und der Verdunstung mancher Gesteine und Erze so wie in der Zersetzung mancher Zimmerung, in der Respiration der Arbeiter und dem Brennen der Grubenlampen, so wie endlich in der Veränderung der Luft durch die Sprengarbeit und durch das Feuersetzen zu suchen. Eine mit vielem kohlensaurem Gase geschwängerte Luft nennt der Bergmann *Schwaden*, das gekohlte Wasserstoffgas *schlagende Wetter*.

Alle Mittel der Wetterlosung reduziren sich im Allgemeinen darauf, durch eine Oeffnung äußere atmosphärische Luft in die Grubengebäude zu leiten, um durch eine andere Oeffnung die untaugliche Luft zum Abziehen zu zwingen. Die Mittel, die Zirkulation zu erhalten, werden theils in *natürlichen*, theils in *künstlichen* bestehen. Jene sind schon bei der Anlage der Stollen, Strecken und Schächte zu berücksichtigen, die letzteren bestehen in der Anlage von *Wetterthüren*, *Wetterlutten*, *Wetteröfen*, *Wettersaugern* und *Wetterbläsern*. Von diesen verschiedenen Vorrichtungen mag hier nur der s. g. *Harzer Wettersatz* näher beschrieben werden.



101

In Fig. 101 ist a, b, c, d ein hohler Zylinder, in welchem ein zweiter, unten offener, ebenfalls hohler Zylinder e, f, g, h durch mechanische Kräfte bewegt werden kann. Der erstere ist bis i, k mit Wasser gefüllt, durch seinen Boden geht eine Röhre l, m, welche nach unten mit einer Lutte n verbunden ist, bei l aber ein nach oben sich öffnendes Ventil enthält; ein eben solches findet sich bei o in dem Boden des Zylinders e, f, g, h. Wird dieser aufwärts gezogen, so entsteht über dem Ventil l ein luftverdünnter Raum, in welchen dann die von dem Grubengebäude durch die Lutte fortgeführte schädliche Luft durch das geöffnete Ventil l eintritt, und beim nachfolgenden Niedergange des Zylinders e, f, g, h durch o entweicht.

Würden die Ventile l und o sich nach unten öffnen, so würde der Apparat als *Wetterbläser* dienen.

5. *Die Wasserlosung.* — Eins der bedeutendsten Hindernisse beim Bergbau, welches oft schon als Ursache seines Verfalles gewirkt hat, ist das in den Bauen sich ansammelnde Wasser, welches theils durch Schächte, zum größten Theil aber durch Klüfte, Schichtungsebenen u. s. w. durch das Gestein vom Tage aus eindringt. Die Mittel zur Abführung der sich ansammelnden Wasser (*Wassergewältigung*) bestehen in dem natürlichen Abflusse, in der Emporhebung durch Maschinen und in der Verwahrung durch Dämme oder ähnliche Mittel. Zum natürlichen Abflusse der Grubenwasser dienen die Stollen und Wasserstrecken, die meistens auf Kosten des Staates angelegt werden. Die Angabe der Rück-

sichten hierbei, so wie das Verfahren selbst bei der Treibung derselben, kann aber hier keinen Platz finden; es mag nur noch als ein merkwürdiges Denkmal dieser Art der tiefe Georgs-Stollen genannt werden, der sämmtliche Grubenreviere von Clausthal und Zellerfeld am Harz verbindet, in 22 Jahren durch 30 verschiedene Oerter und Gegenörter in einer Länge von fast 3 Stunden betrieben wurde, und bei der Bergstadt Grund mündet. Nach seiner Vollendung konnten viele kostspielige Wasserkünste eingestellt, und manche wegen Wassernoth verlassene Gruben wieder aufgenommen werden.

Wasserstrecken pflegt man die unterirdischen Verbindungen verschiedener Schächte und Grubengebäude zu nennen, welche tiefer als die Stollen angelegt, nicht immer zu Tage geführt werden können, um die in den Tiefbauen vorhandenen Grundwasser, die man bis auf sie durch Wasserhebungsmaschinen hebt, nach einzelnen Hauptkunstschächten führen zu können, wo sie alsdann durch eben solche Maschinen bis zum Stollen gehoben werden. Zu den Maschinen, durch welche die Emporhebung der Grubenwasser in Schächten geschehen kann, gehören jetzt nur noch die Haspel mit dem Kübel oder Zober, die Saug- und Druckpumpen und die Wassersäulenmaschine, welche durch Menschen-, Thier-, Wind-, Wasser- und Dampfkräfte in Bewegung gesetzt werden, während die archimedische Wasserschnecke, die Paternosterwerke und Schaufelkünste keine Anwendung mehr haben. Des Haspels mit dem Kübel bedient man sich nur beim Emporheben der Grundwasser aus in Betrieb stehenden Absinken, und er wird durch Menschenhände in Bewegung gesetzt. — Dämme dienen besonders zur Abhaltung der Grubenwasser von gewissen Stellen, und finden besonders da ihre Anwendung, wo verschiedene Gesteine in Schichten mit einander wechseln, von denen das eine die Wasser durchläßt, das andere aber ihnen den Durchgang versagt.

B. Die Förderung. — Unter Förderung versteht der Bergmann die Fortbewegung der gewonnenen Mineralien an einen andern Ort, mag dieß in den Grubengebäuden oder über Tage geschehen. Man kann demnach dabei unterscheiden die Strecken-, Schacht- und Tageförderung. Nur von den beiden ersteren soll hier das Wesentliche mitgetheilt werden

1. Die Streckenförderung. — Sind die Mineralien auf den Abbauen gewonnen, so müssen sie entweder bis auf einen zu Tage gehenden Stollen oder zunächst bis an den Schacht gebracht werden. Bei den Förster- und Querbauen geschieht diese Förderung durch die Rollschächte bis auf die unten liegenden Feldortstrecken. Aus Strossenbauen oder Absinken erfolgt sie durch Hülfe des Haspels bis auf die darüber liegende Förderstrecke. Die Weiterförderung an den Schacht geschieht bis auf das Füllort, nämlich die ausgehauene und bis an den einen Stoß des Treibschachtes reichende Sohle der Förderstrecke. Auf dem Streckenbau werden die gewonnenen Mineralien durch die ansteigenden Strecken (Bremsstrecken) bis auf die Hauptstrecke gefördert.

Bei jeder Förderung ist das Einfüllen und das Fortschaffen der Mineralien zu unterscheiden. Das erstere ist eigentlich nur die Vorarbeit und geschieht durch Kratze und Trog oder Korb. Nur bei kurzen Distanzen geschieht das Fortschaffen des gefüllten Troges oder Korbes bis zum Ausstürzen von Hand zu Hand oder auf dem Rücken. Zur weiteren Förderung bis an den Schacht oder auf den Förderstollen wendet man noch Fördergeräthe an, die entweder auf einem Rade oder auf vier Rädern, nur selten auf dreien laufen. Die einrädrigen Fördergeräthe nennt man Karre (Laufkarre), die andern Wagen und Hunde.

Letztere unterscheiden sich von den Wagen hauptsächlich nur dadurch, daß bei ihnen die Vorder- und Hinterräder ungleich sind.

Bei den Hunden werden wieder, nach der Lage des Schwerpunktes gegen die Achse der Räder, verschiedene Arten unterschieden. Dasselbe ist bei den Wagen insofern der Fall, als die Räder mit Spur- oder Radkränzen versehen, und ferner dieselben verkuppelt sind, oder nicht; auch noch insofern, als bei ihnen das eigentliche Fördergefäß mit dem Gestell verbunden oder davon getrennt ist. Karre und Hunde werden nur durch Menschen, Wagen durch Menschen oder Pferde bewegt. Nach den verschiedenen Fördergeräthen sind auch die Vorrichtungen auf der Sohle der Förderstrecke verschieden. Zum Fördern mit der Karre enthält die Sohle nur Pfosten, auf welchen das Rad der Karre bewegt wird. Bei Hunden und Wagen müssen noch besondere Leitungen oder Schienen auf der Sohle angebracht sein.

Diese Art der Streckenförderung nennt man die rollende. Auf den Bremsstrecken wendet man dagegen die schleifende oder rutschende Förderungsmethode an, wobei das Förderungsgeräth aus einem parallelepipedischen Gefäße besteht, an dessen Seiten eiserne Oesen befestigt sind, in welche das Seilzeug des Arbeiters (Schleppers) eingehängt wird, der das Geräth schleifend fortbewegt.

Eine dritte Art der Streckenförderung endlich ist die Navigationsförderung, welche dann auch die Schachtförderung mit vertritt, wenn die Navigationsstrecke zu Tage ausgeht. Das Fördergefäß ist hierbei ein Kahn, der von einem Arbeiter durch das Ziehen an einem in der Förste ausgespannten Seile fortbewegt wird. Sie läßt sich nur dann anwenden, wenn die Grubenwasser des Stollens oder der Strecke gestauet werden können, um die erforderliche Wassermenge zu erhalten, und die Förderstrecke in meist gradliniger Richtung fortgeht.

2. Die Schachtförderung. — Sie besteht in der Fortschaffung der auf dem Füllorte des Schachtes aufgestürzten Massen bis zu Tage, und ist überhaupt zweierlei Art: Haspel- und Göpelförderung. Letztere ist verschieden nach Anwendung der Kraft: Pferde-, Wasser- und Dampfgöpelförderung.

Die bei der Schachtförderung angewandten Fördergefäße haben eine abgestumpft-pyramidale oder konische, seltener zylindrische Gestalt, heißen Tonnen oder Kübel und sind mit Bügeln oder Ketten versehen, woran die Seile, die zum Aufziehen derselben bis zur Hängebank des Schachtes dienen, mittelst Haken angehängt werden. Die Größe und Form der Tonnen und Kübel richtet sich theils nach dem zu fördernden Materiale, theils nach der Beschaffenheit des Schachts. Sie sind meistens von Holz verfertigt und mit eisernen Schienen beschlagen. Die Seile sind entweder von Hanf (Hanfseile), und zwar rund und platt (Bandseile), oder sie bestehen aus Ketten (eiserne Seile), die aus dem besten fadigen Eisen verfertigt werden, oder sie werden aus Eisendraht wie aus Hanf gedreht (Drahtseile).

Bei beiden Förderarten kommt es aber auf eine zweckmäßige Einrichtung des Treibschachts an; nur die seigeren Schächte machen hiervon eine Ausnahme. Da nämlich die auf den Erzlagerstätten abgeteuften Schächte (was freilich schon seit einem halben Jahrhundert nicht mehr geschieht) nicht das regelmäßige Fallen und die ebenflächigen kurzen Schachtstöße haben, die zu einer guten Schachtförderung erforderlich sind, so bringt man an den betreffenden Stellen Walzen und hohle Zylinder (Trommeln) an, auf welchen das Seil fortschleift und eine bestimmte Richtung erhält. Auch ist schon früher erwähnt, daß zur Leitung der

Tonnen der Treibschacht entweder mit Stangen ausgeschlagen sein, oder eine Täfelung enthalten muß, welche auf Dumpfhölzern befestigt ist.

a) Die Haspelförderung. Sie wird nur bei weniger tiefen Schächten angewandt, und gestattet zu ihrer Bewegung ausschließlich Menschenkraft. Der Haspel ist häufig mit einem Schwungrade versehen, das gewöhnlich unmittelbar an dem Rundbaum, an seinem einen Ende außerhalb der Haspelstützen, befestigt ist. Der Vorleghaspel hat ein Stirnrad an seinem Rundbaume, in welches ein mit dem Haspelhorn versehenes Getriebe greift, wodurch freilich die Wirkung vermehrt, aber die Geschwindigkeit der Bewegung vermindert wird.

b) Die Pferdegöpelförderung. Auch diese wird nur bei nicht tiefen Schächten angewandt. Mit der stehenden Welle des Pferdegöpels ist der zylindrische oder (meistens) aus zwei mit ihren Grundebenen zusammengestellten abgestumpften Kegeln bestehende Seilkorb verbunden. Die Mäntel der abgestumpften Kegel dienen zum Auf- und Abwickeln des Seiles, welches mit den angehängten Tonnen über die über dem Schachte angebrachten Seilscheiben in den Schacht geleitet wird. Die Göpel sind entweder ein- oder zweispännig. Zur plötzlichen Hemmung des Ganges des Göpels dienen Bremsdocken, welche mittelst einer Bremsstange mit dem Bremsschuh gegen die äußere Fläche des Korbes gedrückt werden können, wodurch dann die Bewegung aufgehoben wird.

c) Die Schachtförderung mittelst des Wassergöpels oder der Treibkunst. Da, wo Wasserkräfte zu Gebote stehen und die Schächte eine bedeutende Tiefe haben, wird diese Förderungsart mit dem größten Vortheil angewandt. Der erste wesentliche Theil der Treibkunst ist das Kehrrad, das aus drei Kränzen und aus 2 Reihen Schaufeln bestehende oberschlächtige Wasserrad, dessen Schaufelstellung in den beiden Reihen verschieden (entgegengesetzt) ist, so daß das Rad nach beiden entgegengesetzten Richtungen bewegt werden kann. Die Art der Verbindung des Kehrrades mit dem Korbe und die Leitung des Seils bis auf die Seilscheiben wird nur bedingt durch die Lage der Hängebank des Schachtes gegen das Niveau des Aufschlagewassers des Kehrrades. Liegt dasselbe beträchtlich tiefer als die Hängebank des Schachtes, so bringt man den Korb, dessen Welle immer eine den langen Schachtstößen parallele Lage haben muß, entweder senkrecht oder in geneigter Lage über dem Kehrrade an, und jener wird durch zwei Bleuel, die an jedem Ende der Kehrrad- und Korbwelle in doppelten Krummzapfen hängen, in Bewegung gesetzt. Von dem Korbe wird dann das Seil auf Walzen oder Trommeln über die oberhalb des Schachtes hängenden Seilscheiben in den Schacht geleitet. Das Bremsen geschieht hierbei dadurch, daß die Bremsdocken gegen den Mittelkranz des Kehrrades getrieben werden.

Kann das Kehrrad aber nur in beträchtlicher Entfernung von dem Schachte angelegt werden, und findet kein bedeutender Unterschied in dem Niveau des Aufschlagwassers und der Hängebank des Schachtes Statt, so wird die Bewegung des Rades dem Korbe durch ein Feldgestänge mitgetheilt, wobei dann zugleich noch die Richtung der Bewegung durch Schwingen oder Wendedocken geändert werden kann.

d) Schachtförderung mittelst der Dampfmaschine. Wenn die Wasserkraft nur mit bedeutenden Kosten, dagegen ein Feurungsmaterial leicht und wohlfeil herbeizuschaffen ist, wendet man mit größerem Vortheile die Dampfmaschinenförderung an.

Sind nun auf eine der angegebenen Arten die in den Grubengebäuden gewonnenen Mineralien zu Tage gefördert, so ist das Geschäft des Bergmannes im engeren Sinne beendet. Die gewonnenen rohen Produkte werden dann entweder, wie es z. B. bei Stein- und Braunkohlen der

Fall ist, meistens durch die gewöhnlichen Transportmittel sogleich in den Handel gebracht, oder wie es bei den Eisensteinen geschieht, nach dem Hochofen der Eisenhütte, oder wie bei den meisten andern Erzen, theils auf die Schmelzhütten, theils aber erst zu weiterer Verarbeitung in die Aufbereitungswerkstätten gefördert, wobei entweder die gewöhnlichen Transportmittel durch Wagen oder Karre, mittelst Thierkraft, oder die durch Wagen oder Hunde auf Eisenbahnen mittelst Thier- und Menschenkraft zur Anwendung kommen.

Bergblau. Eine Verbindung von zwei Atomen neutralen, kohlensauren Kupferoxydes mit einem Atom Kupferoxydhydrat, welche im Mineralreich als Kupfererz vorkommt und den Namen Kupferlasur führt, auch, wo sie in größeren Mengen auftritt, zur Kupfergewinnung dient, wird ihrer schön himmelblauen Farbe wegen als Malerfarbe unter dem Namen Bergblau benutzt und an den Orten ihres Vorkommens, besonders zu Chessy bei Lyon und in Tirol dazu präparirt, indem man sie nach ihrer Reinheit sortirt, mahlt und schlämmt. Die k. k. österreichische Bergwerksprodukten-Verschleißdirektion bringt das Bergblau in den Sorten: hochbergblau, fein Mittelblau, feine hochblaue Bergasche, und feine ordinäre blaue Bergasche, in den Handel.

Genau dieselbe Verbindung soll aber auch künstlich dargestellt werden können, und ebenfalls unter dem Namen Bergblau als Farbe im Handel vorkommen. Die Bereitung soll von den Fabrikanten geheim gehalten werden, und muß auf einer eigenthümlichen Methode beruhen, denn weder durch einfache Fällung einer Kupferlösung mit kohlensaurem Kali, noch durch Behandlung von basischen Kupferoxydsalzen mit neutralem oder doppelt kohlensaurem Kali ist diese Verbindung darzustellen.

Wir halten es für wahrscheinlicher, daß eine künstliche Bereitung von wirklichem Bergblau gar nicht Statt findet, daß vielmehr alles im Handel vorkommende Bergblau natürliches ist, und daß die sehr verbreitete Meinung, es werde auch künstlich fabrizirt, auf einem Irrthum beruht, der sich durch den Umstand erklären würde, daß andere ebenfalls blaue Kupferfarben, so namentlich das Bremergrün oder Bremerblau, so wie das Kalkblau, welche sämmtlich ihre blaue Farbe dem Kupferoxydhydrat, nicht dem kohlensauren Kupferoxyd verdanken, im Handel, und selbst von Schriftstellern damit verwechselt werden. So führt das zu Chessy aus natürlicher Kupferlasur gewonnene Bergblau den Namen Cendres bleues, ein Name, den die Farbenfabrikanten auch einer künstlich bereiteten Art Kalkblau geben.

Bergseife. Ein dem Thon nahe stehendes, sanft und fettig anzufühlendes, durch den Strich glänzend werdendes Mineral von brauner Farbe; welches zwar wie Thon im Wasser zerfällt, aber damit keine plastische Masse bildet. Es besteht aus 44,5 Kieselerde, 26,5 Thonerde, 8,0 Eisenoxyd, 0,5 Kalk und 20,5 Wasser; findet sich auf der Insel Skye in Schottland, zu Bilin in Böhmen u. a. O., und wird hier und da zum Waschen grober Zeuge gebraucht.

Berlinerblau und **Blutlaugensalz.** Der nahen Beziehung wegen, die zwischen diesen beiden Fabrikaten hinsichtlich ihrer Darstellung besteht, werden wir sie gemeinschaftlich behandeln.

Das Wort „Berlinerblau“ wird in zweifachem Sinne gebraucht; ein Mal im Allgemeinen zur Bezeichnung des bekannten blauen Farbstoffes, der den wesentlichen Bestandtheil verschiedener Malerfarben ausmacht, und in einer Verbindung von Eisen mit Cyan besteht; zweitens aber

auch im Besonderen zur Bezeichnung einer Mischung dieses Farbstoffes mit Thonerde, die sehr allgemein als Malerfarbe Anwendung findet. Der reine Farbstoff (ohne Thonerde) führt als Fabrikat den Namen Pariserblau, so daß als Fabrikate Pariser- und Berlinerblau einander gegenüber stehen, jenes der reine, dieses der mit Thonerde gemischte Farbstoff. Man sollte daher, um Mißverständnissen vorzubeugen, den reinen Farbstoff durchweg Pariserblau nennen; der Sprachgebrauch aber hat nun ein Mal das Wort Berlinerblau auch für den reinen Farbstoff sanktionirt.

Diese Verbindung wird gebildet, wenn Blutlaugensalz mit einem Eisenoxydsalze zusammenkommt, weßhalb wir mit der Fabrikation und den Eigenschaften des ersteren den Anfang machen werden.

Das Blutlaugensalz (eisenblausaures Kali, blausaures Eisenoxydulkali, Kalium-Eisencyanür) entsteht beim Glühen stickstoffhaltiger organischer Stoffe mit Kali und Eisen. Hierbei wird zunächst der organische Stoff verkohlt und hinterläßt eine stickstoffhaltige Kohle, welche für sich auch noch so stark geglüht, keine weitere Zersetzung erleiden würde.

Ist jedoch ein Metall, Kalium oder das Oxyd desselben, Kali, zugegen, welches letztere durch die Kohle reduzirt werden kann, so veranlaßt dasselbe in Folge der sogenannten disponirenden Verwandtschaft die Bildung von Cyan, aus Kohlenstoff und Stickstoff der organischen Substanz, mit welchem sodann das Kalium zusammentritt. Die so erhaltene geschmolzene Masse besteht also, außer dem etwa noch unzersetzt gebliebenen Kali und Kohle, aus Cyankalium, und hatte man die Schmelzung in einem eisernen Gefäße vorgenommen, oder der Masse metallisches Eisen zugesetzt, so erhält man beim Auflösen in Wasser Blutlaugensalz. Die Rolle, welche hierbei das Eisen spielt, sollte nach der früher angenommenen Ansicht mit der des Kaliums ganz übereinstimmen, und so wurde allgemein geglaubt, daß die aus Pottasche, Thierkohle und Eisen erhaltene Schmelze sowohl Cyankalium, als auch Cyaneisen, also fertiges Blutlaugensalz enthalte. Liebig aber zeigte zuerst, daß dem nicht so ist, daß vielmehr sämmtliches in der Schmelze enthaltene Cyan an Kalium gebunden, das Eisen dagegen im Zustande von Schwefeleisen zugegen ist, gebildet durch Reduktion des in der Pottasche enthaltenen schwefelsauren Kali. Wenn nämlich dieses letztere Salz, welches in der gewöhnlichen Pottasche etwa 16 Prozent ausmacht, durch Kohle zu Schwefelkalium reduzirt wird, so verbindet sich das Kalium mit Cyan, während der Schwefel mit Eisen zusammentritt. Wird nachher die Schmelze in Wasser aufgelöst, so zersetzt sich umgekehrt das Schwefeleisen mit Cyankalium zu Cyaneisen und Schwefelkalium, von welchen das erstere mit dem unzersetzten Cyankalium sich zu Blutlaugensalz verbindet, nach dessen Auskrystallisiren das Schwefelkalium in der Mutterlauge bleibt. Hiernach könnte die Gegenwart von Eisen in der schmelzenden Masse als ganz unnöthig erscheinen, was sie aber dennoch nicht ist. Bei Mangel an Eisen nämlich bildet sich aus dem Schwefelkalium und Cyan Schwefelcyankalium, dessen Cyangehalt bei der ferneren Behandlung nicht zu Gute gebracht werden kann, also verloren ist. Findet dagegen der Schwefel Gelegenheit, mit Eisen zusammen zu treten, so kann die oben genannte Verbindung nicht entstehen, ja sie würde selbst, wenn sie sich schon gebildet hätte, durch Gegenwart von metallischem Eisen sich wieder zersetzen. Um die Bildung von Schwefelcyankalium zu verhüten, sind je nach dem geringeren oder größeren Gehalte der Pottasche an schwefelsaurem Kali, 12 bis 20 Prozent metallisches Eisen der Schmelze zuzusetzen.

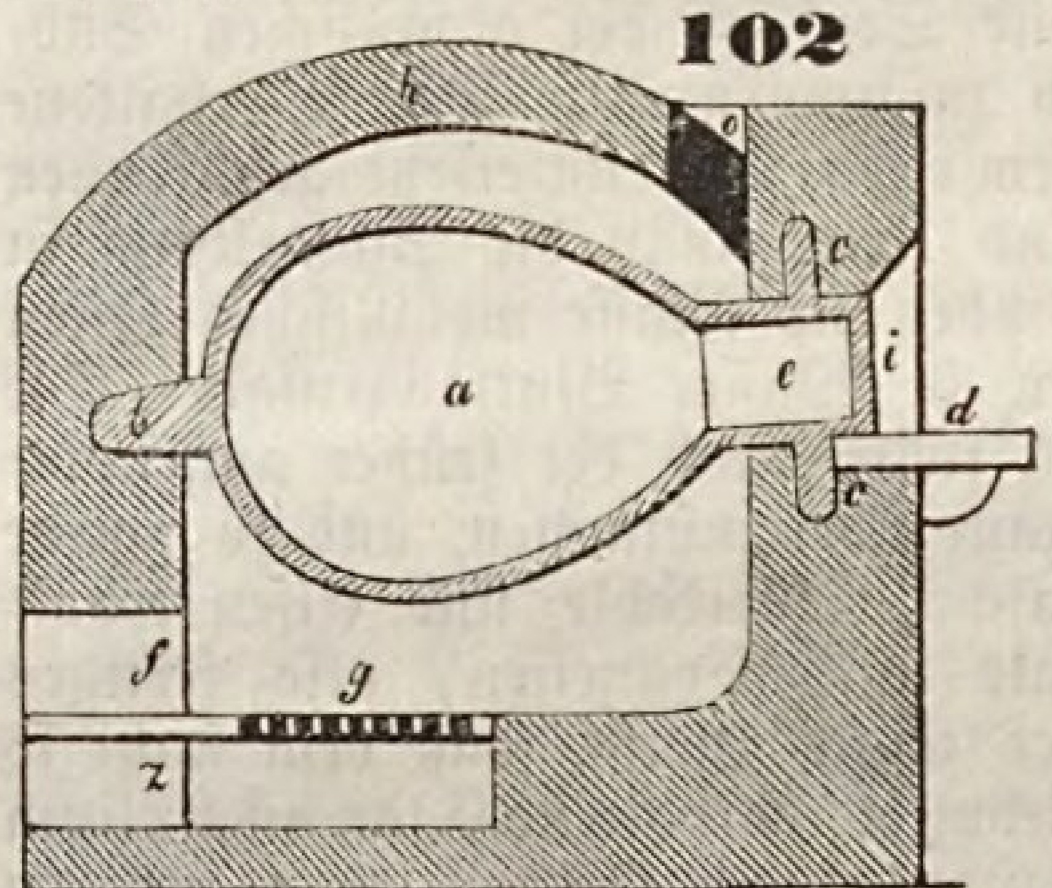
Die Theorie der Blutlaugensalzfabrikation kommt also, um sie kurz zusammen zu fassen, auf Folgendes hinaus: Es treten a) kohlensaures

Kali, b) schwefelsaures Kali, c) stickstoffhaltige Kohle und d) Eisen in Wechselwirkung. Indem sich die Kohle mit dem Sauerstoff des Kali, der Kohlensäure und der Schwefelsäure zu Kohlenoxyd vereinigt, welches als Gas entweicht, entsteht Kalium und Schwefelkalium. Das Letztere gibt seinen Schwefelgehalt an das Eisen ab und bildet Schwefeleisen, während zugleich das gesammte Kalium sich mit Cyan vereinigt, welches durch disponirende Verwandtschaft aus dem Stickstoff und Kohlenstoff der thierischen Kohle entsteht. Wenn nun nach beendigtem Prozeß die erkaltete Masse in Wasser aufgelöst wird, so tritt das Schwefeleisen mit einer entsprechenden Menge Cyankalium in Wechselwirkung, wobei Cyaneisen und Schwefelkalium entstehen, deren ersteres mit dem übrigen unzersetzten Cyankalium sich zu krystallisirendem Blutlaugensalz vereinigt, wogegen das leicht lösliche Schwefelkalium in der Mutterlauge bleibt.

Wesentliche Bedingung zum Gelingen der Darstellung ist noch, daß die schmelzende Masse vor dem Luftzutritt bewahrt werde, weil sich sonst das Cyankalium zu cyansaurem Kali oxydirt, welches Salz bei der nachherigen Digestion in kohlensaures Kali und Ammoniak zerfällt.

Zum Schmelzen bediente man sich früher allgemein großer birnförmig gestalteter gußeiserner Kolben, an deren Boden ein starker Dorn angegossen war. Die gewöhnlichste Form ist in Fig. 102 dargestellt. Der

102



eiförmige Topf a hat einen zylindrischen Hals e, der durch eine Platte i verschlossen werden kann, und mit zwei Armen c, c versehen ist. Das hintere Ende des Topfes läuft in einen massiven Ansatz b aus, der, wie die Figur zeigt, in das Mauerwerk des Ofens eingelassen wird, und dazu bestimmt ist, den Kessel zu tragen. z ist der Aschenfall, f die Heizthür, g der Rost, auf welchem das Feuer brennt. Die Flamme umspielt den Topf rings umher, und entweicht durch den Fuchs o in den Schornstein; h das obere Ofengewölbe, d eine Platte unter dem Halse des Kessels zur Vermeidung von Verlust beim Ausschöpfen der Masse.

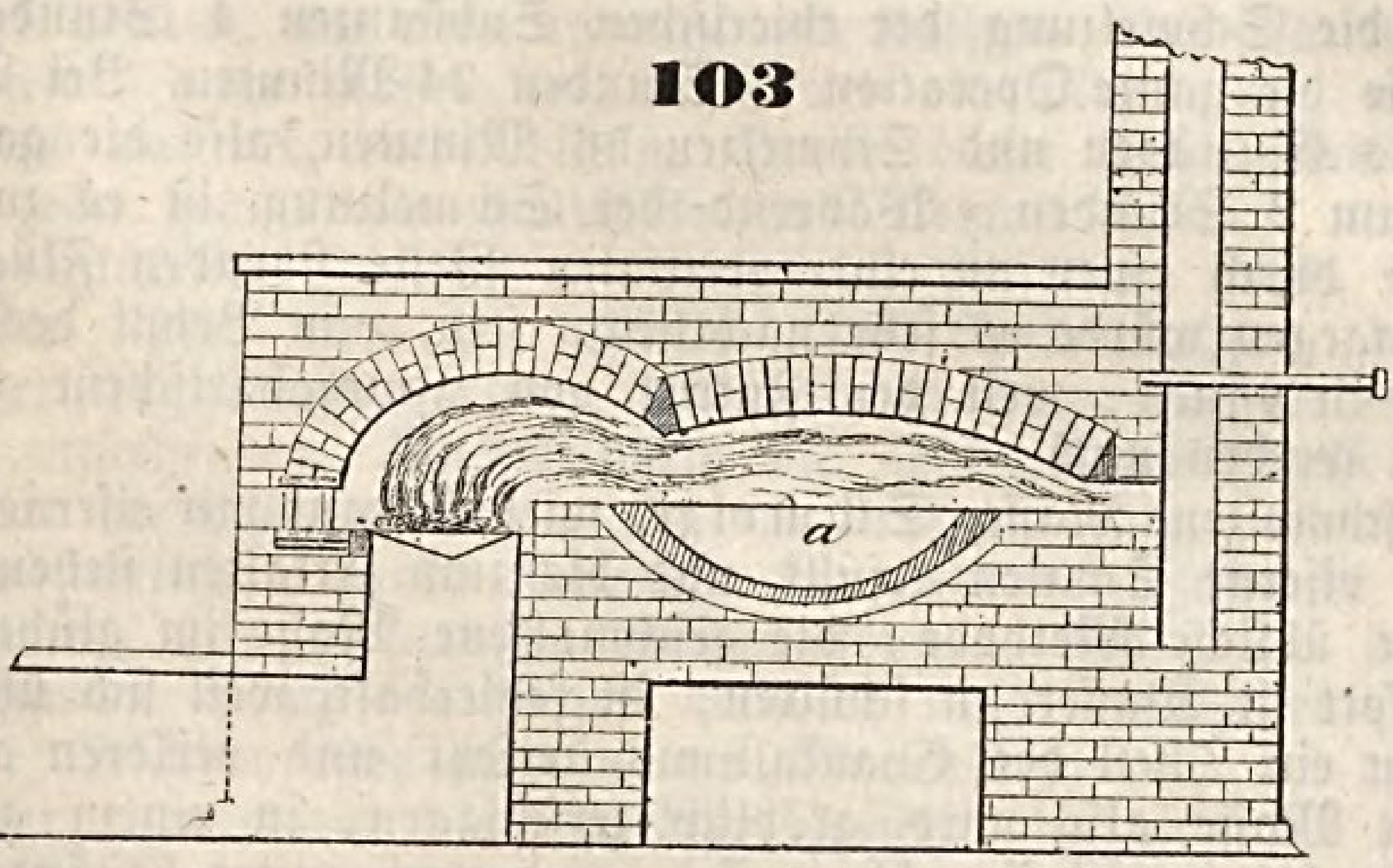
Diese Schmelzgefäße werden in bedeutender Größe, selbst bis zu 20 Centner Gewicht, angewandt. Da sie aber beim Gebrauch sehr stark angegriffen werden, und gewöhnlich schon nach einer kleinen Zahl von Schmelzungen durchlöchert sind, so ist ihr Gebrauch sehr kostspielig. Durch Umdrehung des Gefäßes im Ofen, so daß das Loch nach oben kommt, und Verstopfung desselben, ist es allerdings möglich, sie noch ferner zu benutzen; gleichwohl sind diese Birnen in den meisten Fabriken abgeschafft, und durch eiserne Schalen, welche den Boden eines Flammofens bilden, ersetzt.

Fig. 103 und 104 zeigen einen solchen Flammofen im vertikalen und horizontalen Durchschnitt, welche einer Erklärung kaum bedürfen werden. a ist die gußeiserne Schale mit sehr starken, nach den oberen Rändern, wo sie am meisten in Anspruch genommen wird, verstärkten Wänden.

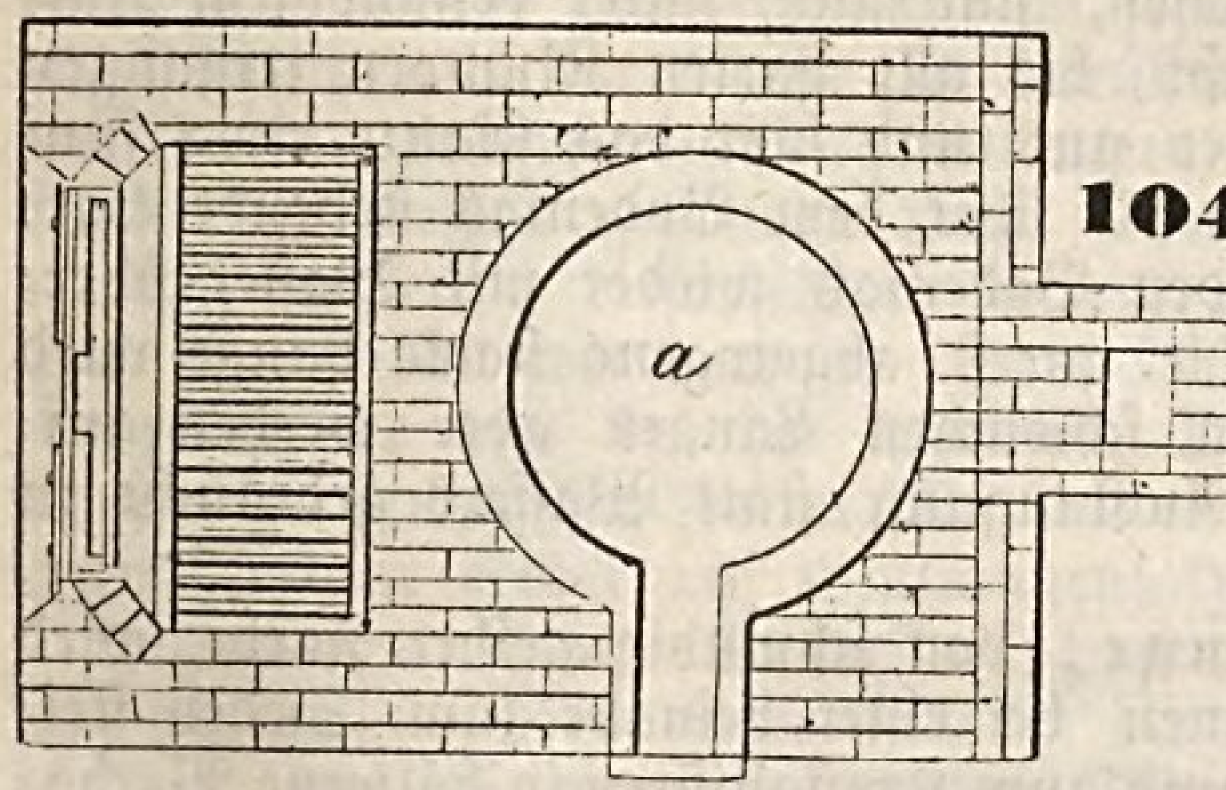
Zur Beschleunigung des Prozesses hat man auch die Einrichtung dahin abgeändert, daß die Schale durch unterhalb derselben hindurchgehende Kanäle von unten erhitzt wird, wobei dann aber wieder eine raschere Zerstörung derselben nicht ausbleiben kann.

Als stickstoffhaltigen Materials bedient man sich entweder roher thierischer Stoffe, als Klauen, Horn, Häute, Fleisch, Blut, Leder u. dgl., oder der aus diesen Stoffen durch trockene Destillation dargestellten Kohle.

103



104



Im ersteren Falle ist allerdings die Ausbeute an Blutlaugensalz größer. So ist nach Gentele's sehr zahlreichen Versuchen die Ausbeute an Kohle aus mittelmäßig trockenen thierischen Stoffen, als Horn, Klauen u. dgl. 42 Prozent. Nach demselben liefern 100 Theile Thierkohle 32 Theile Blutlaugensalz, dagegen 100 Theile thierischer Substanz 16 Theile Blutlaugensalz. Würde man demnach 100 Theile thierischer Substanz vorher verkohlen, so würde die erhaltene Kohle nur 13¼ Theile Blutlaugensalz liefern, so daß mithin der Vortheil auf Seiten der unverkohlten Substanz sein würde. In Betracht jedoch, daß die Verkohlung eine bedeutende Ausbeute an kohlensaurem Ammoniak zur Salmiakfabrikation liefert, muß hiernach die Vereinigung der Salmiakgewinnung mit der Darstellung von Blutlaugensalz als vortheilhaft angesehen werden. Nach neueren Verfahrungsarten freilich, von denen sogleich gehandelt werden soll, kann die Ausbeute an Blutlaugensalz aus rohen Thierstoffen bedeutend erhöht werden, indem man das sich entwickelnde Ammoniak mit benutzt.

Als günstigstes Verhältniß gibt Gentele 5000° Pottasche zu 65 Thierkohle und 5000° Pottasche zu 100 thierischer Stoffe an, wobei unter der Zahl 5000° 100 Theile Pottasche von 50° Descroizelles verstanden werden ($50 \times 100 = 5000$). Von schwächerer Pottasche würde demnach verhältnißmäßig mehr, von stärkerer weniger zu nehmen sein. (M. s. über die Untersuchung der Pottasche den Artikel „Kali.“) Bei fabrikmäßiger Darstellung wird die von vorhergehenden Operationen resultirende Mutterlauge, welche hauptsächlich aus Schwefelkalium besteht, mit zugenommen, nachdem sie zur trockenen Masse abgedampft worden. Man ermittelt ihren alkalimetrischen Gehalt auf dieselbe Weise, wie bei der Pottasche, und setzt sodann das noch Fehlende an frischer Pottasche hinzu. Der Zusatz an Eisen (Eisenfeile oder feine Drehspäne) beträgt etwa 4 Prozent.

Man fängt damit an, die Pottasche oder das Gemisch von Pottasche und eingedampfter Mutterlauge zu schmelzen, worauf dann die thierische Substanz oder Kohle zugesetzt wird. Bei Anwendung eines Flammofens und einer auch von unten heizbaren Schmelzschale dauert die Schmelzung von 100 Pfund Pottasche 1 Stunde 3 Minuten, sodann der Ein-

trag und die Schmelzung der thierischen Substanzen 1 Stunde 21 Minuten, also die ganze Operation 2 Stunden 24 Minuten. Bei Thierkohle dauert das Eintragen und Schmelzen 56 Minuten, also die ganze Operation kaum 2 Stunden. Während der Schmelzung ist es zweckmäßig, die Masse durch einen an einer vertikalen Welle sitzenden Flügel umzurühren, dagegen würde es sehr nachtheilig sein, zum Behuf des Rührens die Thür zu öffnen, weil der Zutritt von atmosphärischem Sauerstoff vermieden werden muß.

Die geschmolzene Masse, Schmelze, wird hierauf mit eisernen Schöpfkellen in eiserne Schalen gefüllt und bis zum Erkalten stehen gelassen; die früher übliche Methode, die geschmolzene Masse im glühenden Zustande sofort in Wasser zu schütten, ist fehlerhaft, weil sich unter diesen Umständen ein Theil des Cyankaliums zersetzt und verloren geht. Die abgekühlte Masse also wird gröblich zerschlagen, in einem gußeisernen Kessel mit kaltem Wasser übergossen, und nun, unter beständigem Umrühren, erhitzt und so lange gekocht, bis alle harten Klumpen zergangen sind. Man löscht nun das Feuer aus und läßt das Ganze etwa fünf Stunden in Ruhe, worauf man die über dem Bodensatz stehende klare Lauge mit einem Heber abzieht, den Bodensatz wieder mit Wasser übergießt und nochmals auskocht. Die zuerst abgezogene starke Lauge wird hierauf eingedampft, die übrigen schwachen Laugen aber werden aufbewahrt, um bei der nächsten Auslaugung statt Wassers gebraucht zu werden.

Die erhaltene Lauge, Blutlauge, von schmutzig gelber Farbe, wird endlich in flachen eisernen Pfannen bei einer beinahe zum Sieden steigenden Temperatur eingedampft und zum Krystallisiren in hölzerne Wachsfässer abgelassen. Die erhaltenen Krystalle, nach dem Abgießen der Mutterlauge in wenig heißem Wasser wieder aufgelöst und in eisernen Kasten von Neuem zur Krystallisation gebracht, liefern schon ein reineres Salz, welches durch ferneres Umkrystallisiren noch weiter gereinigt werden kann. Die von den Krystallen abgegossenen Mutterlaugen liefern durch weiteres Eindampfen noch fernere Krystallisationen, und werden zuletzt zur trockenen Masse, Blausalz, eingedampft, deren man sich bei ferneren Schmelzungen wieder bedienen kann.

Da, wo die Fabrikation des Blutlaugensalzes mit der von Berlinerblau und Mineralblau verbunden ist, können die Mutterlaugen sehr zweckmäßig zur Darstellung dieser Farben verwendet werden, und man vermeidet dadurch die häufigen Abdampfungen und die Unbequemlichkeit, das Blausalz, welches seiner wechselnden Zusammensetzung wegen als Zusatz zur Schmelze statt der Pottasche nur unsichere Resultate gibt, anwenden zu müssen.

Anwendung von Ammoniak zur Blutlaugensalzfabrikation. Wenn Ammoniak, bestehend aus Stickstoff und Wasserstoff, bei hoher Temperatur mit Kali oder Natron und Kohle in Berührung kommt, so findet, ganz wie bei Anwendung thierischer Substanzen, Cyanbildung Statt, und es ist mehrfach der Vorschlag gemacht worden, diesen Prozeß im Großen auszuführen, indem man auf diese Weise den sämmtlichen Stickstoffgehalt thierischer Substanzen zu Gute machen kann, während sonst, wie oben gezeigt wurde, der größte Theil im Zustande von Ammoniak entweicht und, falls er nicht zur Salmiakfabrikation verwendet wird, ganz verloren geht.

Mehrere zu diesem Zweck dienende Apparate beschreibt Laming. Drei eiserne, luftdicht bedeckte Kessel sind nach Art gewöhnlicher Woulfe'scher Flaschen durch Röhren mit einander verbunden. Die Eintrittsröhre für das Ammoniakgas reicht im ersten Kessel bis nahe auf den Boden herab, seine Austrittsröhre geht in dem zweiten ebenfalls bis nahe auf den Boden u. s. f. Die Austrittsröhre des dritten Kessels wird in ein Gefäß

mit Wasser geleitet, um etwa entweichende Kalium- oder Natriumdämpfe zu verdichten. Jeder Kessel hat im Deckel ein Mannsloch, wodurch er beschickt und entleert werden kann. Jeder dieser Kessel wird mit einer Mischung von gepulverter Holzkohle und Aetzkali beschickt und bis zur starken Rothglühhitze gebracht, in welcher die Mischung flüssig sein muß; sie füllt den Kessel etwa zur Hälfte. Das Ammoniakgas, durch Zersetzung thierischer Stoffe gebildet, soll dann in Folge des bei seiner Entwickelung entstehenden Druckes durch die geschmolzene Masse streichen, und sich mit der Kohle und dem Kalium zu Cyankalium verbinden. Weil aber voraussichtlich so große Apparate im glühenden Zustande schwerlich so vollkommen dicht verschlossen werden können, daß sie bei dem erforderlichen starken Druck des Gases dasselbe nicht durchlassen sollten, so schlägt der Erfinder eine abgeänderte Einrichtung vor, bei welcher die Röhren nur eben durch die Deckel der Kessel, also nicht bis in die geschmolzene Masse herabreichen. Da jedoch in diesem Falle das Gas nur oberflächlich mit der Masse in Berührung kommen würde, so soll jeder Kessel eine Rührvorrichtung enthalten, welche mittelst einer durch den Deckel des Kessels gehenden Achse gedreht wird.

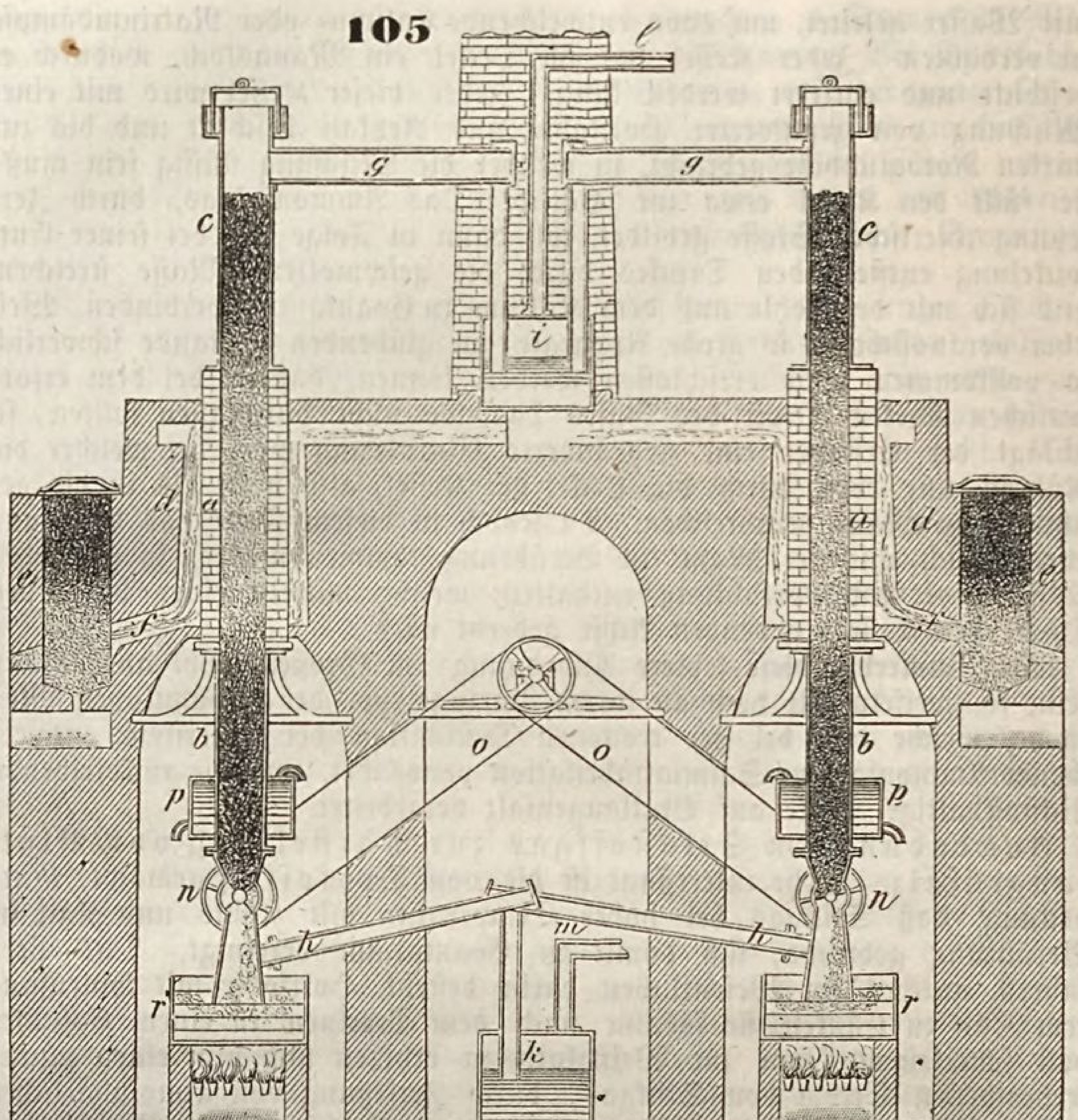
Mag immerhin diese letztere Anordnung im Großen wohl ausführbar sein, so zweifeln wir doch an ihrem Vorzuge vor der gewöhnlichen Methode, welche das bei der trockenen Destillation der Thierstoffe entweichende Ammoniak zur Salmiakfabrikation verwendet, und die rückbleibende stickstoffhaltige Kohle auf Blutlaugensalz verarbeitet.

Anwendung von Stickstoffgas zur Darstellung von Blutlaugensalz. Sehr interessant ist die von Desfosses gemachte Entdeckung, daß Stickgas bei hoher Temperatur mit Kohle und Kali in Berührung gebracht, sich damit zu Cyankalium vereinigt. Das Verfahren, welches im Wesentlichen darin besteht, Holzkohle mit kohlensaurem Kali zu tränken, sie sodann nach dem Trocknen in einem Cylinder von feuerfestem Thon zur Weißgluth zu erhitzen und nun einen ununterbrochenen Strom von Stickgas, durch Zersetzung von atmosphärischer Luft erhalten, hindurchzutreiben, wurde von Possoz und Boissière mit dem besten Erfolge im Großen zur Ausführung gebracht, indem sie im Jahre 1843 in Grenoble eine Fabrik von Blutlaugensalz auf diese Methode gründeten, in welcher sie lediglich aus atmosphärischem Stickstoff jährlich 3000 Zentner dieses Salzes produzirten. Possoz ging später nach England, wo er bei Newcastle eine ähnliche Fabrik errichtete, in welcher die Fabrikation von Blutlaugensalz eine solche Ausdehnung gewonnen haben soll, daß man täglich über 20 Centner produziren kann.

Bei dem Verfahren von Possoz und Boissière wurde das Stickgas dadurch erzeugt, daß man in den mit alkalisirter Kohle gefüllten hochglühenden Zylinder atmosphärische Luft trieb, welche hier in Berührung mit der Kohle ihren Sauerstoff an dieselbe unter Bildung von Kohlenoxyd abgab.

Eine wesentliche Verbesserung wurde später von Bramwell eingeführt, die auf der sinnreichen Idee beruht, die Feuerluft, durch welche der Zylinder erhitzt wurde, durch Oeffnungen in den Wänden des Zylinders eintreten zu lassen, und somit dieselbe Luft zur Heizung und zugleich zur Cyanbildung zu benutzen. Wir geben eine Abbildung dieses höchst sinnreichen Apparates in Fig. 105, welche einen vertikalen Durchschnitt durch zwei Zylinder darstellt, deren man sich eine größere Zahl hinter einander an jeder Seite zu denken hat. (Obschon in der Figur alle Theile doppelt sind, werden wir doch bei der Beschreibung im Singular reden.) Der Hauptheil des Zylinders ist das mittlere Stück a; es wird aus feuerfesten Steinen in der Art gebildet, daß diese nicht

105

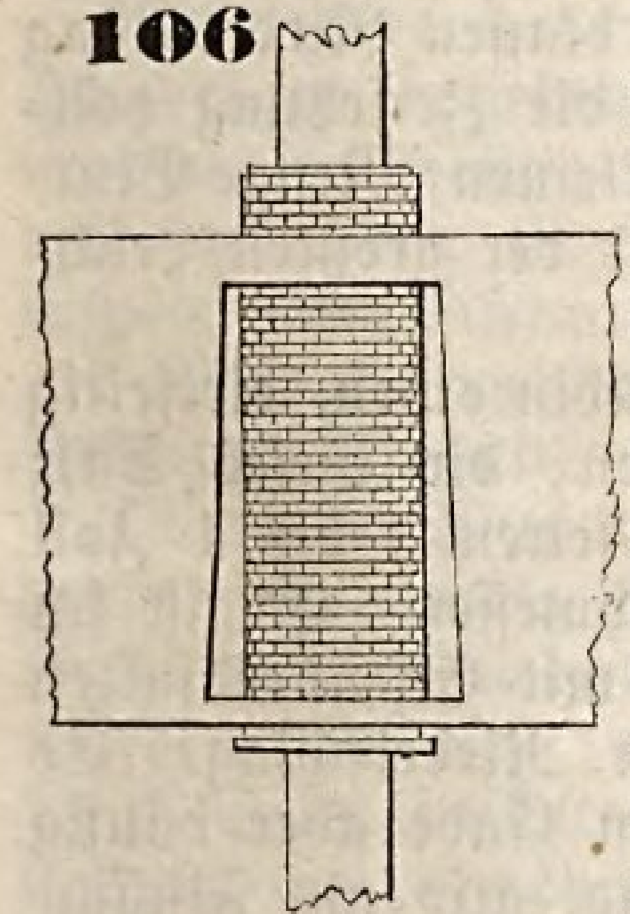


überall fest an einander schließen, sondern eine Menge kleiner Oeffnungen zwischen sich lassen, die zum Eintritt der zersetzten Luft dienen; die untere und obere Fortsetzung des Zylinders, b und c, sind von Gußeisen. Der Theil a, welcher allein erhitzt wird, ist mit einem Mantel d umgeben, in welchen aus dem Ofen e die Flamme gelangt. Dieser Ofen, welcher bis oben mit Cokes gefüllt und mit einem Deckel verschlossen wird, hat unten keinen Rost, sondern nur einen Schlitz von etwa 2 Zoll Breite und 12 Zoll Länge, durch welchen die Luft einströmt und die Schlacke abfließt. Die Feuerluft zieht sogleich durch den Seitenkanal f ab, so daß sie nur durch eine sehr dünne Schicht des Brennmaterials streichen kann, weil, wie der Erfinder mit Grund angibt, die Hitze am größten ist, wenn sich bei der Verbrennung nur Kohlensäure, kein Kohlenoxyd, bildet. So wie die Cokes nach und nach verbrennen, sinken sie im Ofen herab, und werden von oben durch neue ersetzt. Zwei Röhren g und h gehen von dem oberen und unteren Ende des Zylinders aus, und reichen in Gefäße i und k mit Wasser. Durch eine, in der Figur nicht mit abgebildete, Luftpumpe oder irgend einen Saugapparat wird durch die Röhren l und m Luft angesogen, welche in Ermangelung einer andern Eintrittsöffnung genöthigt ist, durch die oben erwähnten Oeffnungen in der Wand des Zylinders a einzudringen. Da diese Luft aus dem Ofen herrührt, mithin ihres Sauerstoffes beraubt ist, so kommt sie als Stickgas zur Wirkung, und es ist somit bei diesem Apparate dieselbe Luft, welche zur Erzeugung der Hitze und des Cyankaliums dient. Gerade in

dieser Idee liegt die wesentliche Verbesserung dieses Apparates, denn indem hier das Stickgas aus dem Ofenraume selbst, also im weißglühenden Zustande der alkalisirten Kohle zugeführt wird, erreicht die in den Zylindern herrschende Temperatur einen viel höheren Grad, als bei der früheren Newtonischen Methode, wo die atmosphärische Luft von oben, also kalt, in die Zylinder einströmte. Bei n ist der Zylinder durch einen kreuzförmigen Flügel, Extraktor, geschlossen, welcher durch Riemen ohne Ende o gedreht, die mit dem fertigen Cyankalium durchdrungene Kohle nach und nach aus dem Zylinder in den darunter befindlichen Wasserbehälter r bringt. Um die Kohle vorher abzukühlen, ist der Zylinder nahe über dem Extraktor mit einem Wasserreservoir p umgeben, durch welches ein Strom kalten Wassers fließt. Die alkalisirte Kohle bedarf bei der vorliegenden Einrichtung einer Trocknung nicht, weil sie im oberen Raume des Zylinders durch die hindurch dringende heiße Luft getrocknet wird. Zur schnelleren Auflösung und weiteren Behandlung des Cyankaliums können die Wasserbehälter r durch darunter brennende Feuer erhitzt werden.

Die Konstruktion des Zylinders ist durch Fig. 106 näher veranschaulicht.

106



Nach der Angabe von Newton soll eine Zeit von 2 Stunden hinreichen, um fast alles Alkali in Cyankalium umzuwandeln.

Die Holzkohle muß etwa zur Größe von Haselnüssen zerkleinert sein, und wird mit kohlensaurem Kali in dem Verhältniß von 30 bis 50 Theilen desselben auf 100 Theile Kohle getränkt. Um das gewonnene Cyankalium möglichst wenig der Gefahr einer Zersetzung zu exponiren, setzt man gleich in den Gefäßen r die nöthige Menge Eisenvitriol hinzu, womit sich der dritte Theil des Cyankaliums unter Bildung von Eisencyanür und schwefelsaurem Kali zersetzt.

Eine etwas abweichende Methode unter Mitwirkung von Wasserdampf ist von Ertel in München erfunden, jedoch nicht näher bekannt geworden.

Ueber die Fabrikation des Blutlaugensalzes aus atmosphärischem Stickstoff im Großen sind noch keine weitere Mittheilungen veröffentlicht, und wir müssen uns mit der Bemerkung begnügen, daß insbesondere von englischen Fabrikanten diese Methode schon sehr im Großen betrieben werden soll.

Das krystallisirte Blutlaugensalz, aus 61,64 Cyankalium, 25,58 Eisencyanür und 12,78 Krystallisationswasser bestehend, besitzt eine zwischen Zitronen- und Weingelb in der Mitte stehende gelbe Farbe, ist durchsichtig oder, bei unvollkommenerer Ausbildung der Krystalle, durchscheinend, geruchlos, von süßlich bitterlichem Geschmack, und krystallisirt in rechtwinklig vierseitigen Tafeln, welche zuweilen in bedeutender Größe, bis zu 5 Zoll Seitenlänge und 2 Zoll Dicke, erhalten werden. Es ist in der achtfachen Menge Wassers von 20° auflöslich, schmilzt in der Hitze und wird unter Entwickelung von Stickgas und Kohlensäure und Abscheidung von Eisenoxyd in Cyankalium verwandelt. Mit stärkeren Säuren, besonders Schwefelsäure erhitzt, liefert es Blausäure. Die wichtigste Eigenschaft liegt in dem Verhalten gegen Eisenoxydsalze, mit welchen es eine prachtvoll blaue Verbindung, Pariser- oder Berlinerblau erzeugt, von der sogleich gehandelt werden wird.

Es dient theils zur Fabrikation von Pariser-, Berliner- und Mineralblau, theils zum Blaufärben und in der Kattundruckerei, sodann zum Einsetzen des Eisens zum Zweck einer oberflächlichen Umwandlung in

Stahl (m. s. Stahl), zur Darstellung von Cyankalium behufs der galvanischen Versilberung und Vergoldung, endlich auch als Reagens bei chemischen Arbeiten, wozu es sich wegen der eigenthümlich gefärbten Niederschläge, die es mit mehreren Metallauflösungen bildet, eignet.

Kalium-Eisencyanid, rothes Blutlaugensalz, blausaures Eisenoxyd-Kali. Diese Verbindung, welche sich von dem Blutlaugensalz dadurch unterscheidet, daß das Cyaneisen um die Hälfte mehr Cyan enthält, also als Cyanid vorhanden ist, wird dargestellt, indem man in eine konzentrirte Auflösung von Blutlaugensalz Chlorgas leitet, bis die Flüssigkeit mit Eisenoxydsalzen keinen blauen Niederschlag mehr hervorbringt. Die Flüssigkeit erscheint nun dunkel bräunlich gelb, und liefert bei vorsichtigem Abdampfen rubinroth gefärbte prismatische Krystalle. Gewöhnlich bietet diese Krystallisation die eigenthümliche Schwierigkeit, daß bei weitem der größte Theil eine warzenförmig oder blumenkohlartig zusammengehäufte körnige Masse bildet, und nur ein kleiner Theil ordentlich krystallisirt. Diesem Uebelstande ist sehr leicht abzuhelfen, wenn man mit dem Hindurchleiten des Chlorgases aufhört, bevor die Zersetzung des Blutlaugensalzes ganz beendigt ist, wenn also die Flüssigkeit mit Eisenoxydsalzen noch einen sehr geringen blauen Niederschlag erzeugt. Sollte dieser Punkt schon überschritten und die Zersetzung vollständig erfolgt sein, so kann man durch Zusatz einer kleinen Menge Blutlaugensalz nachhelfen, worauf die Krystallisation mit der größten Leichtigkeit erfolgt.

Das Kalium-Eisencyanid krystallisirt in gelblich rubinrothen, vierseitig prismatischen Krystallen. In den englischen Fabriken, die dieses Salz in großen Quantitäten darstellen, findet man nicht selten 3 bis 4 Zoll lange Prismen von 1 Zoll und darüber im Durchmesser. Es ist im Wasser mit dunkel gelbrother Farbe löslich, bewirkt mit Eisenoxydsalzen keinen, dagegen mit Eisenoxydulsalzen einen blauen Niederschlag. Es wird zum Blaufärben der Wolle gebraucht, zu diesem Ende aber häufig auch unter dem Namen Komposition in Auflösung, also als Flüssigkeit, verkauft. M. s. Blaufärben. Außerdem dient es in der Chemie als Reagens.

Bereitung des Berlinerblaus. Durch Zusammenbringen von Blutlaugensalz mit Eisensalzen entstehen sehr schön blau gefärbte Verbindungen, welche aus Eisencyanür und Cyanid bestehen, jedoch ihrer chemischen Zusammensetzung nach differiren können. Wenn zunächst ein Eisenoxydsalz mit Blutlaugensalz (Kaliumcyanid und Eisencyanür) zusammenkommt, so zersetzen sie sich in der Art, daß das Eisenoxyd seinen Sauerstoff nebst seiner Säure an das Kalium abgibt, während das Eisen mit dem von dem Kalium getrennten Cyan zu Eisencyanid zusammentritt, und dieses mit dem schon vorhandenen Eisencyanür die blaue Verbindung bildet; es ist neutrales Berliner- oder Pariserblau.

Wendet man dagegen ein Eisenoxydulsalz an, so entsteht bei Zusatz von Blutlaugensalz ein weißer oder bläulich weißer Niederschlag von Eisencyanür, welcher an der Luft durch Aufnahme von Sauerstoff, wodurch sich ein Theil des Eisens zu Oxyd oxydirt, blau wird. Dieser ist basisches Berlinerblau. Dasselbe besitzt die nämliche Farbe wie das neutrale, unterscheidet sich aber dadurch, daß es in Wasser zu einer klaren Flüssigkeit auflöslich ist.

Die Materialien anlangend, so richtet sich ihre Wahl natürlich nach der Schönheit und dem Preise des zu erzeugenden Fabrikates. Zu den feineren Sorten dieser Farben, besonders des Pariserblaus, nimmt man krystallisirtes, ja selbst mehrmals umkrystallisirtes Blutlaugensalz, zu gewöhnlichem Berlinerblau fast immer rohe Blutlauge, zu ganz geringen

Sorten selbst die Mutterlauge von der Darstellung des krystallisirten Blutlaugensalzes.

Als Eisensolution dient fast ohne Ausnahme Eisenvitriollösung, bei welcher es ganz besonders auf völlig kupferfreie Beschaffenheit ankommt, weil Kupfersalze mit Blutlaugensalz einen braunrothen Niederschlag zu Wege bringen, der natürlich die Reinheit der blauen Farbe wesentlich beeinträchtigen muß. Man entdeckt einen Kupfergehalt im Eisenvitriol sehr leicht, wenn man eine Probe davon in Wasser auflöst, einige Tropfen Schwefelsäure zusetzt, und nun ein blank gefeiltes Stück Eisen hineinstellt, welches sich, falls Kupfer zugegen ist, mit einer rothen Kupferhaut überzieht. Zwar läßt sich kupferhaltiger Vitriol vollständig vom Kupfer reinigen, wenn man ihn einige Zeit in einem Kessel mit Zusatz von Eisendrehspänen, alten Nägeln, oder sonstigem alten Eisen kocht; allein, abgesehen von den damit verbundenen Umständen und Kosten, erwächst hieraus der Nachtheil, daß beim Kochen von Eisenvitriol mit metallischem Eisen alles in der Lösung etwa enthaltene Oxyd zu Oxydul reduzirt wird, während doch gerade zur Fällung von Berlinerblau ein theilweise oxydirter Vitriol weit vortheilhafter ist.

Man suche daher, wo möglich, ganz kupferfreien Vitriol aus dem Handel zu beziehen, und bewahre ihn, falls er nicht schon hinreichend oxydirt sein sollte, so lange an freier Luft auf, bis er äußerlich braungelb geworden ist. Zur Herstellung sehr feiner Sorten Pariserblau ist salpetersaure Eisenoxydlösung vorgeschlagen, die ein so ausgezeichnet schönes Blau liefert, daß sich die erhöhten Produktionskosten durch die Qualität des Produktes kompensiren sollen.

Die rohe Blutlauge und selbst das ein Mal umkrystallisirte Blutlaugensalz enthält, wie schon erwähnt, mehr oder weniger kohlensaures Kali, wodurch neben dem Berlinerblau zugleich Eisenoxyd gefällt werden würde. Um dieß zu vermeiden, neutralisirt man entweder die Blutlauge durch Schwefelsäure, oder setzt diese der Eisensolution zu. Bei der Darstellung von gewöhnlichem Berlinerblau wird zur Neutralisation des kohlensauren Kali Alaun angewandt, der außerdem noch den Zweck hat, einen Niederschlag von Thonerde zu geben, der sich auf's Innigste mit dem blauen Farbstoff mischt, und so die Gewichtsmenge vermehrt, ohne die Intensität der Farbe bedeutend zu vermindern. Man löst zu dem Ende die erfahrungsmäßig nöthige Menge von Alaun in der Lösung des Eisenvitriols auf, und schüttet diese Auflösung langsam und unter beständigem Rühren in die Blutlauge, wobei ein mehr oder weniger dunkelblauer Niederschlag sich ausscheidet, und nach einigem Stehen zu Boden setzt. Man zieht die überstehende Flüssigkeit von ihm ab, und ersetzt sie durch frisches Wasser, rührt den Bodensatz damit zusammen, läßt ihn wieder sich absetzen, und fährt mit diesem Auswaschen, dessen Zweck hauptsächlich darin besteht, das Berlinerblau durch den in dem Wasser enthaltenen absorbirten Sauerstoff vollständig zu oxydiren, und der Farbe die möglichste Tiefe zu geben, so lange fort, bis dieser Zweck erreicht und zugleich das schwefelsaure Kali vollständig entfernt ist. Man bringt nun die Farbe auf Seihtücher, läßt sie darauf so viel wie möglich abtropfen, preßt sie dann etwas, aber nicht zu stark aus, und trocknet sie in Form von kleinen Kuchen oder Klümpchen im Schatten.

Da sich Berliner- und Pariserblau nach ein Mal erfolgtem Austrocknen nicht leicht in den Zustand feiner Zertheilung zurückbringen lassen, den sie vor der Austrocknung hatten, so werden sie nicht selten en pâte (d. h. noch weich und ungetrocknet) verkauft und verbraucht, wie dieß namentlich zum Tapetendruck der Fall ist.

Das unter dem Namen Turnbull-Blau vorkommende, ausgezeich-

net schöne Blau soll nach Warington auf folgende Weise erhalten werden. Eine Auflösung von reinem, oxydfreiem Eisenvitriol in der zehnfachen Menge Wassers wird mit Blutlaugensalz versetzt, so lange noch der vorhin erwähnte weiße Niederschlag erfolgt. Dieser wird auf einem Filtrum gesammelt und hierauf mit einer Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxyd behandelt, wodurch er sich, vermöge gegenseitiger Zersetzung von Eisencyanür und schwefelsaurem Eisenoxyd zu Eisencyanid und schwefelsaurem Eisenoxydul, blau färbt. Wieder auf dem Filtrum gesammelt, ausgewaschen und getrocknet, stellt er das verlangte Turnbull-Blau dar. Um die Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxyd zu bereiten, soll Eisenvitriol mit doppelt chromsaurem Kali digerirt werden. Man setzt vorher genug Schwefelsäure zu, daß sie sowohl das erzeugte Eisenoxyd in Auflösung erhalten, als anderntheils mit der desoxydirten Chromsäure Chromalaun bilden kann. Fast noch besser soll es sein, den Eisenvitriol mit $^1/_{10}$ Atom chlorsaurem Kali und der zu dessen Zersetzung nöthigen Salzsäure zu erhitzen. Salpetersäure soll kein gutes Resultat geben.

Das reine Berliner- (Pariser-) Blau hat eine dunkelblaue Farbe, in trockenen Stücken einen kupferrothen Schimmer und Metallglanz. Je leichter und lockerer, um so besser ist es. Es ist in Wasser und den meisten Säuren unauflöslich; ätzende Alkalien zersetzen es mit der größten Leichtigkeit unter Abscheidung von Eisenoxyd; Ammoniak nüancirt die Farbe nur in's Violette.

Berliner- und Pariserblau werden hauptsächlich in der Wassermalerei und als Leimfarbe, weniger in der Oelmalerei gebraucht. Ueber die Anwendung derselben, besonders aber des Blutlaugensalzes beim Zeugdruck, sehe man „Kattundruckerei".

Eine sehr interessante Entdeckung hinsichtlich des Berlinerblaus, daß es sich nämlich in Kleesäure zu einer klaren dunkelblauen Flüssigkeit auflöst, ist von Stephen und Nash in London gemacht, denen im Jahre 1837 ein Patent auf ihre Erfindung ertheilt ist.

Da das gewöhnliche Berlinerblau seiner Unauflöslichkeit wegen nur als Deckfarbe gebraucht werden kann, die im Vorhergehenden angeführte Art von löslichem Berlinerblau aber zum Theil nach längerem Stehen sich zersetzt, zum Theil auch umständlich zu bereiten ist, so darf allerdings die Auffindung eines höchst einfachen Mittels, das Berlinerblau als Saftfarbe anzuwenden, als eine schöne Bereicherung der Farbenchemie angesehen werden.

Das Verfahren von Stephen und Nash besteht darin, daß sie käufliches Berlinerblau zuerst 24 bis 48 Stunden lang mit konzentrirter Salzsäure, oder auch mit konzentrirter Schwefelsäure, welche letztere nach dem Vermischen mit dem Berlinerblau mit einer gleichen Gewichtsmenge Wasser verdünnt wird, stehen lassen, und hierauf die Säure durch häufiges Auswaschen mit reinem Wasser wieder beseitigen, worauf sie das so vorbereitete, auf einem Filtrum gesammelte und getrocknete Berlinerblau mit Kleesäure zusammenreiben und Wasser zufügen, worin es sich jetzt vollständig löst.

Die Unvollständigkeit der Patentbeschreibung, insbesondere der Mangel jeder Angabe über das zweckmäßigste quantitative Verhältniß zwischen den Materialien, machte eine genauere Prüfung dieses Verfahrens wünschenswerth, und führte zu einer Reihe von Untersuchungen, die nicht nur die Richtigkeit der Sache bestätigten, sondern auch die spezielleren Daten zur Beurtheilung des zweckmäßigsten Verfahrens an die Hand gaben. *)

---

*) M. s. Karmarsch, über die Bereitung einer Berlinerblau-Auflösung, welche als Saftfarbe und blaue Schreibtinte angewendet werden kann. In den Mittheil. des Gew. Vereins f. d. Kgr. Hannover, 20. Lief. S. 448.

Die Hauptresultate dieser Untersuchung bestehen in Folgendem:

1. Die vorläufige Behandlung des Berlinerblaus mit Salz- oder Schwefelsäure bedingt die Vortheile, daß

a) eine weit geringere Menge von Kleesäure zur Auflösung hinreicht; daß

b) die Auflösung auch bei längerer Aufbewahrung keinen Bodensatz bildet, sondern ganz unverändert bleibt, was ohne diese Vorbereitung nicht der Fall ist; und daß

c) auch eine konzentrirte, verhältnißmäßig weniger Wasser enthaltende Auflösung gewonnen werden kann.

2. Die zur Auflösung des Berlinerblaus erforderliche Menge Kleesäure ist nur gering; ein Ueberschuß dieser Säure trägt nicht nur nichts zur Auflösung bei, sondern vermindert sogar die Auflöslichkeit der blauen Verbindung im Wasser.

3. Die Verbindung von Berlinerblau und Kleesäure ist nicht in jedem Verhältnisse in Wasser löslich, sondern bei Mangel an Wasser bleibt ein Theil in Form eines dunkelblauen Schlammes ungelöst zurück.

4. Das zweckmäßigste Mengenverhältniß zur Darstellung einer konzentrirten, ohne Rückstand filtrirbaren und auch bei längerer Aufbewahrung nichts absetzenden Auflösung besteht in acht Theilen mit Schwefelsäure vorbereiteten Berlinerblaus, 1 Theil Kleesäure und 256 Theilen Wasser.

Wenn die mit Kleesäure bereitete Auflösung des Pariserblaus getrocknet wird, so verliert sie größtentheils ihre Auflöslichkeit in Wasser.

Ein anderes in Wasser vollkommen lösliches, selbst nach dem Trocknen sich mit der größten Leichtigkeit wieder auflösendes, daher als blaue Saftfarbe brauchbares Berlinerblau wird erhalten, wenn man eine Auflösung von Eiseniodid mit Blutlaugensalz fällt. Um ersteres zu bereiten, übergießt man etwas Eisenfeile mit Wasser, und setzt festes Jod hinzu. Hat sich dasselbe mit dem Eisen verbunden und aufgelöst, so fügt man mehr hinzu, bis endlich etwas Jod ungelöst zurückbleibt. Von dieser Flüssigkeit gibt man zu einer Auflösung von Blaulaugensalz, welches letztere jedoch im Ueberschuß bleiben muß, bringt den Niederschlag auf ein Filtrum und wäscht ihn aus. Die Flüssigkeit läuft zuerst klar ab, und wird bei Seite gestellt; färbt sich das Ablaufende dunkelblau, so hört man mit dem Auswaschen auf und das Präparat ist fertig. Um aus der Flüssigkeit das verbrauchte Jod wieder zu gewinnen, leitet man etwas Chlor durch dieselbe, so lange noch ein grauer Niederschlag von Jod erfolgt.

Bernstein. Ein fossiler, seiner Zusammensetzung sowohl, wie seinen Gesammteigenschaften nach den vegetabilischen Harzen nahestehender Körper. Er ist theils durchsichtig, theils nur durchscheinend, zeigt auf den muscheligen Bruchflächen starken Wachsglanz, und kommt in verschiedenen Schattirungen von Gelb, vom hellsten Strohgelb bis in das dunkelste Hyazinthroth, vor. Ist die blaßgelbe Farbe mit einem geringen Grade von Durchscheinbarkeit verbunden, so entsteht ein fast milchweißes Ansehen. Das spezifische Gewicht des Bernsteins beträgt 1,080 bis 1,085, kommt daher mit dem des Wassers fast ganz überein. Durch Reiben wird er stark negativ elektrisch; an einer Lichtflamme entzündet, brennt er unter Anschwellen und Ausstoßung weißer, stechend, aber nicht unangenehm riechender Dämpfe fort, ohne aber dabei so weit zum Schmelzen zu kommen, daß er abtröpfelte. Er besteht, so wie die vegetabilischen Harze, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff.

Erhitzt man Bernstein in einer Retorte, so kommt er zum Schmelzen unter Entwickelung von Bernsteinsäure, die sich in nadelförmigen Krystallen in der oberen Wölbung und dem Halse der Retorte ansetzt,

und von einem flüchtigen Oele, dem Bernsteinöle, das sich ebenfalls größtentheils im Halse verdichtet, und in einer Vorlage gesammelt werden kann. Diese Schmelzung ist aber mit einer Zersetzung des Bernsteins verbunden, so daß die geschmolzene Masse, das sogenannte Colophonium succini nicht nur in der dunkleren, mehr bräunlichen, ja mitunter dunkelbraunen Farbe, sondern auch in den übrigen Eigenschaften wesentlich von dem unveränderten Bernstein abweicht.

Besonders interessant ist das recht bestimmt charakterisirte geologische Vorkommen des Bernsteins. Er findet sich nämlich stets in einzelnen unregelmäßig knolligen, oder nierenförmigen Stücken, in dem Sand, Thon oder der Braunkohle der Formation des plastischen Thons, die das älteste oder unterste Glied des tertiären Gebirges bildet, und zunächst unter dem Grobkalk oder Londoner Thon, und über dem jüngsten Gebilde des sekundären Gebirges, der Kreide, liegt. Die Größe dieser Stücke ist sehr verschieden, und erreicht wohl die Größe einer Faust, was jedoch schon selten ist. Er kommt übrigens nicht regelmäßig lagerweise, wie z. B. der Feuerstein in der Kreide, noch auf Gängen vor, sondern das eine Mal in den erdigen, zerreiblichen Lagern, die die Braunkohlen begleiten oder einschließen, ein anderes Mal in den Braunkohlen selbst, und tritt hier in Gesellschaft mit andern Mineralkörpern, besonders mit Schwefelkies auf. Der im Sande und andern offenbar aufgeschwemmten Massen vorkommende Bernstein, wie er an den Küsten mehrerer Länder, ganz besonders Pommerns, gefunden wird, rührt unzweifelhaft von derselben Braunkohlenformation her; denn man trifft nicht selten noch andere organische Reste derselben Formation theils in ihm eingeschlossen, theils äußerlich mit ihm verbunden, an.

Der Bernstein liegt oft in dünnen Plättchen zwischen den Schichten der Braunkohle; bei der holzförmigen, die noch ganz die Struktur des Holzes und der Baumstämme zeigt, aus denen sie entstanden ist, mehr nach der Seite der Rinde zu, als in der Mitte des Stammes; genau so wie die Harzansammlungen auch jetzt noch in den harzreichen Hölzern vorkommen. Der Baum selbst, welchem die Braunkohle ihre Entstehung verdankt, ist, wie vielfache Beobachtungen, unter Andern die Auffindung noch sehr gut erhaltener Samen ergeben haben, eine Palmenart gewesen, und es leidet wohl keinen Zweifel, daß der Bernstein sich während der Lebensperiode dieser Bäume theils in ihnen abgesetzt, theils durch Ausfließen und nachheriges Erhärten die rundliche, getropft nierenförmige Gestalt angenommen hat, in der wir ihn noch jetzt antreffen. Daß er ehemals flüssig gewesen sein müsse, geht mit unzweifelhafter Gewißheit daraus hervor, daß man sehr häufig fremde Körper in ihm eingeschlossen findet, die bei der Durchsichtigkeit des Bernsteins vollkommen gut zu erkennen sind, und die schon vielfach den Scharfsinn der Naturhistoriker beschäftigt haben. Gewöhnlich sind es Insekten oder doch Theile von ihnen, zuweilen Blätter, Blattstiele oder andere Pflanzentheile. Gewisse Insektenfamilien kommen weit häufiger vor, als andere, so z. B. die Hymenoptera, nämlich Insekten mit vier nackten häutigen Flügeln, wie z. B. die Biene und Wespe, dann die Diptera, d. h. Insekten mit zwei Flügeln, als Mücken, Fliegen, Bremsen u. a.; ferner Spinnen, einige Coleopteren (Insekten mit Flügeldecken), Käfer, besonders die auf Bäumen lebenden Arten derselben, wie Elaterides, desgleichen Chrysomelida. Weit seltener kommen Lepidopteren (Insekten mit vier häutigen Flügeln) und die Pterigosta, die mit einer panzerartigen Schale bedeckt sind, vor.

Man ersieht aus der Aufzählung der im Bernstein gefundenen Insekten, die wir besonders den Bemühungen Germar's, Schweigger's u. A. verdanken, daß es größtentheils solche sind, die äußerlich an Bäumen oder

auch in Spalten der Rinde leben; doch sind es sämmtlich unbekannte, jetzt nicht mehr vorkommende Spezies, die aber mit den Insekten der heißeren Zonen am meisten Uebereinstimmung zeigen.

Nur an wenigen Punkten kommen bernsteinführende Lager vor, die so reich daran sind, daß eine bergmännische Gewinnung mit Vortheil auf ihnen betrieben werden könnte; dagegen aber wird er an mehreren Küstendistrikten in großer Menge gesammelt, ganz besonders an der Ostseeküste zwischen Memel und Danzig, und zwar in der Nachbarschaft von Königsberg an dem Strande, zwischen Großdirschheim und Pillau.

Das Sammeln geschieht hier auf verschiedene Art; gewöhnlich wird er bei heftigen Stürmen mit Muscheln, Seegewächsen u. dgl. von der See an den Strand geworfen, wo ihn dann die Strandbewohner mit Netzen und Käschern auffischen. Ist nicht viel auf diese Art zu erlangen, so waten die Fischer in einer ledernen Bekleidung bis an den Hals in die See, bemühen sich nun die Bernsteinstücke am Grunde zu erkennen, und holen sie mit Baggernetzen herauf. Besonders wenn viele Stückchen von Braunkohle auf der See schwimmen, pflegt auch die Ausbeute an Bernstein reich zu sein. Diese Bernsteinfischerei ist keineswegs ohne Gefahr, daher die Fischer auch gewöhnlich in größerer Zahl daran gehen, um sich bei vorkommenden Unglücksfällen gegenseitig Hülfe leisten zu können. Auch in den Sandhügeln am Ufer wird Bernstein angetroffen, wo er in Lagern von Sand und Thon nesterweise vorkommt und gegenwärtig durch eine Art Bergbau gewonnen wird. Mehrere dieser Gruben oder Schächte sind an 130 Fuß tief.

Endlich wird er auch an den steilen Uferabhängen und Klippen aufgesucht, indem die Fischer in Booten hinfahren, und mit langen Stangen, die vorn einen eisernen Haken haben, das lose Gestein an den Stellen, wo Bernstein in den Klüften zu bemerken ist, losbrechen. Daß auch bei dieser beschwerlichen Arbeit manches Boot zu Grunde geht, läßt sich leicht denken.

Man unterscheidet nach der Art des Vorkommens und der Gewinnung den See- oder gefischten Bernstein, und den gegrabenen.

Auf Sizilien kommt Bernstein in einzelnen Stücken in Begleitung von Bitumen in Thon und Mergel vor, der auf Grobkalk aufgelagert ist. So gering auch die Ausbeute ist, so wird dennoch darnach gegraben. Der Bernstein ist hier von sehr verschiedenen Farben, zum Theil schön dunkelröthlich braun, hat eine Art weißer Rinde, und ist reich an Einschlüssen. Nicht minder trifft man Bernstein in den sandigen Gegenden von Polen, in weiter Entfernung von dem Meere, auch in Sachsen in der Nähe von Pretsch und Wittenberg in einem bituminösen Thon, der auch zugleich Braunkohlen führt. Endlich wird er an der Mündung des Jenisey in Sibirien, zugleich mit Braunkohle, und in Grönland gefunden.

Die schöneren Stücke Bernstein werden bekanntlich zu mancherlei Kunstarbeiten verwendet, während die schlechteren, unreineren, zu verschiedenen Zwecken in der Chemie, der Medizin, zu Lackirungen, zu Räucherpulver u. dgl. dienen.

Besonders unter den Völkern des Orients stehen Zierrathe und Kunstarbeiten von Bernstein in sehr hohem Werthe, daher denn auch der Hauptbernsteinhandel zwischen Pommern und der Türkei Statt findet, und der preußischen Staatskasse jährlich eine Revenue von 17,000 Thalern einbringen soll.

Ein gutes Stück von 1 Pfund kostet durchschnittlich 50 Thaler. Große Stücke sind sehr selten, doch wurde vor nicht langer Zeit ein Stück von 13 Pfund gefunden, welches 8½ Zoll breit, 14 Zoll lang und 4 bis 5 Zoll dick war, wofür 5000 Thaler geboten wurden, und welches nach der

Meinung der armenischen Kaufleute in Konstantinopel zu 30 bis 40,000 Thaler würde verkauft werden können. Man hat wohl vorgeschlagen, unklare Stücke in heißen Sand zu legen, oder sie in Rüböl zu kochen, um ihnen mehr Durchsichtigkeit zu geben. Diese Mittel erfüllen zwar ihren Zweck, ertheilen aber, zumal das Kochen in Oel, dem Bernstein leicht eine dunklere Farbe, müssen daher mit großer Vorsicht in Anwendung gesetzt werden.

Es werden im Handel folgende Sorten Bernstein unterschieden: 1. Sortimentstücke, darunter werden die schönsten Exemplare von wenigstens 8 Loth, dabei durchsichtig und von gleichförmiger schöner Färbung, verstanden. 2. Tonnensteine, kleinere, auch weniger schöne Stücke, die jedoch noch zu Schmucksachen verarbeitet werden können. 3. Firnißsteine, kleinere Stücke unter Bohnengröße, auch weniger rein, so daß sie nur zur Firnißbereitung sich eignen. 4. Sandsteine, kleinere Körner, meist undurchsichtig und unrein, nur zu ordinärem Firniß, zu Bernsteinsäure und zu Räucherwerk brauchbar. 5. Schlick, große, ganz unreine, oft weiße, wenig durchsichtige Stücke; die undurchsichtigen werden mit dem Namen Bastard bezeichnet und zu ganz geringem Preise verkauft.

Im Droguenhandel unterscheidet man: Bernstein, extra fein in Korallen zu etwa 48 Sgr. das Pfund; in fragmentis beschn. klein zu 25 Sgr., in fragmentis gelb zu 20 Sgr., in fragmentis roth zu 12 Sgr., Firnißstücke zu 10 Sgr., Rasura grob zu 10 Sgr., detto fein zu 6 Sgr. das Pfund.

Die große Ausstellung zu London enthielt ein von W. Mannheimer in Königsberg eingesandtes sehr schönes Stück Bernstein von 6 Pfund 4 Loth, außerdem viele ebenfalls ungewöhnlich große und fehlerfreie Stücke von Teßler in Stolp.

Die mechanische Verarbeitung des Bernsteins zu Galanteriesachen geschieht in folgender Art: Er wird zuerst mit einem Meißel gespalten und dann durch Feilen, Raspeln oder Drehen, theilweise auch durch Schleifen auf einem schwedischen Schleifstein in die nöthige Form gebracht. Man polirt ihn auf der Drehbank mit Kreide und Wasser oder Oel, und gibt ihm endlich durch Reiben mit Flanell die letzte Politur. Bei dieser Bearbeitung erhitzt sich nicht nur der Bernstein, sondern wird auch ungemein elektrisch und zerspringt leicht; daher man gewöhnlich mehrere Stücke zugleich in Arbeit nimmt, und sie abwechselnd schleift und wieder abkühlen läßt. Die Entwickelung von Elektrizität ist oft so stark, daß der Arbeiter in den Handgelenken und den Ellenbogen schwache elektrische Schläge bekommt.

Um zwei Stücke Bernstein ziemlich fest mit einander zu verbinden, bestreicht man die Flächen, die an einander zu liegen kommen, mit Leinöl, drückt sie fest an einander und erhitzt dabei das Ganze über einem Kohlenfeuer; wobei natürlich sehr viel darauf ankommt, die angemessene Hitze zu treffen, die nicht so hoch steigen darf, daß der Bernstein zu rauchen anfängt.

Im sogenannten Grünen Gewölbe in Dresden sind ganz zusammenhängende Massen von Bernstein aufgestellt, die durch einen eigenthümlichen Prozeß zusammengeschmolzen sein sollen.

Außer der Anwendung zu Kunstsachen besteht, wie schon erwähnt, eine zweite wichtige Benutzung des Bernsteins in der Bereitung des Bernsteinfirnisses. Wäre es möglich, den Bernstein in Alkohol, Aether oder ätherischen Oelen aufzulösen, so würde dieß ohne Zweifel einen ausgezeichneten Firniß liefern; auch ist er zur Zeit seiner Bildung offenbar flüssig, und zwar in einem ätherischen Oele gelöst gewesen, wie dieß

bei allen andern Harzen, die aus Bäumen ausfließen, der Fall ist, und auch dadurch eine Bestätigung erhält, daß beim Pulverisiren von Bernstein sich ein eigenthümlicher schwacher Geruch entbindet, der höchst wahrscheinlich von einem geringen Rückhalte des ursprünglichen Auflösungsmittels herrührt.

Nur nach vorangegangenem Schmelzen, wobei der Bernstein in Oelen löslich wird, aber auch zugleich an Härte verliert, und eine dunklere Farbe annimmt, können wir ihn bis jetzt zu Firnissen verwenden.

Das Bernsteinöl, das, wie schon oben erwähnt wurde, sich bei der trockenen Destillation von Bernstein bildet, kommt unter Anderen zu dem früher gebräuchlichen Parfüm „eau de Luce". Durch Behandlung mit ein wenig konzentrirter Salpetersäure nimmt das Bernsteinöl eine zähe Konsistenz wie Schusterpech und einen moschusartigen Geruch an, und ist unter der Benennung „künstlicher Moschus" in Weingeist gelöst, als ein Mittel gegen den Keuchhusten empfohlen worden.

Bernsteinsäure, wird durch trockene Destillation aus dem Bernstein gewonnen. Zu dem Ende füllt man eine gläserne Retorte zur Hälfte mit Bernsteinpulver, und legt einen etwas Wasser enthaltenden Kolben vor. Die Destillation, bei welcher zuerst Wasser, sodann brennbare Gase und Essigsäure, endlich Bernsteinsäure durch Brandöl verunreinigt übergehen, wird so lange fortgesetzt, bis der Rückstand in der Retorte, colophonium succini, ruhig fließt. Die Bernsteinsäure findet sich größtentheils im Halse der Retorte in Gestalt einer braunen Kruste, zum Theil in der Vorlage. Man reinigt sie zuerst von dem anhängenden Oel durch Pressen zwischen Fließpapier, und unterwirft sie einer Sublimation, worauf sie in heißem Wasser gelöst, mit kohlensaurem Natron neutralisirt, mit Beinkohle gekocht, filtrirt und durch salpetersaures Blei gefällt wird. Das abfiltrirte, ausgesüßte Bleisalz wird endlich durch eine genau entsprechende Menge Schwefelsäure zersetzt, worauf beim Abkühlen der filtrirten Flüssigkeit die meiste Bernsteinsäure auskrystallisirt, der Rest aber durch vorsichtiges Abdampfen auch noch gewonnen werden kann.

Man erhält eine größere Ausbeute, wenn man den rohen Bernstein auf's Pfund mit 1¼ Loth Schwefelsäure und eben so viel Wasser anfeuchtet, und über mäßigem Feuer bis zur braunen Farbe röstet, worauf erst die Destillation folgt.

Von Bromeis ist die interessante Thatsache beobachtet, daß Talg- und Margarinsäure, sowie auch Wachs und Wallrath durch warme Behandlung mit Salpetersäure in Bernsteinsäure übergehen. Liebig hat die nicht minder merkwürdige Beobachtung gemacht, daß äpfelsaurer Kalk mit Hefe in Gährung gebracht, in essigsauren, kohlensauren und bernsteinsauren Kalk zerfällt.

Die reine Bernsteinsäure krystallisirt in weißen, geruchlosen, prismatischen Krystallen, von scharfem, nicht eigentlich saurem Geschmack. Sie schmilzt bei 180° und verflüchtigt sich unzersetzt in weißen Dämpfen, welche in hohem Grade zum Husten reizen. Man benutzt sie vorzugsweise zur Darstellung des Ammoniaksalzes, welches sowohl in der Medizin, als auch in der analytischen Chemie Anwendung findet.

Beryll. Ein seiner chemischen Zusammensetzung nach dem Smaragd ganz nahe verwandter Edelstein, gewöhnlich von hellmeergrüner, zuweilen honiggelber, hellblauer Farbe, selbst ganz farblos. Er besteht aus Beryll-

erde, Kieselerde und Thonerde. Der Hauptfundort ist das Altaigebirge in Sibirien, woselbst schon, freilich unreine und daher nicht schleifwürdige, Berylle bis zu 15 Pfund gefunden sind; außerdem Ungarn, Schweden, Brasilien u. a. Er führt bei den Juwelieren den Namen Aquamarin, der farblose wird auch Wassertropfen genannt. Da er nicht selten selbst in ziemlich großen Stücken gefunden wird, so gehört er zu den weniger theuren Edelsteinen, und steht im Preise weit unter dem Smaragd. M. s. noch das Verzeichniß der Edelsteine im Artikel Steinschleiferei.

Biber. Ein besonders in Nordamerika einheimisches, aber auch in andern Ländern, z. B. auf den Inseln der Rhone, ehemals auch in Deutschland lebendes Säugethier. In der Technik wird der Pelz sehr hoch geschätzt, und theils als Pelzwerk, theils zur Hutmacherei gebraucht, indem das feine seidenartige Haar zur Anfertigung der Kastorhüte dient, die übrigens jetzt selten mehr angetroffen werden. Man theilt die Biberfelle, die einen nicht unwichtigen Handelsartikel bilden, und von welchen Kanada jährlich an 10,000 Stück, die Hudsonsbay aber etwa 500,000 Stück ausführt, in verschiedene Sorten: 1. Frische Biberfelle, von Bibern, die im Winter, bevor sie gehaart haben, gefangen sind; diese werden besonders als Pelzwek hochgeschätzt. 2. Die trockenen oder mageren Biberfelle kommen von Bibern, die im Sommer, wo sie sich haaren, und schon viel Haar verloren haben, erlegt werden, und stehen, da sie ziemlich kahl sind, in geringem Werthe. 3. Die fetten Biberfelle, solche, die von im Winter getödteten Bibern herrühren, aber von den Wilden schon eine Zeitlang als Pelzwerk getragen sind; sie werden besonders von den Hutmachern gesucht.

In England unterscheidet man die kanadischen Biberfelle in fat winter beaver, fat summer beaver, dry winter beaver, dry summer beaver, old winter beaver und old summer beaver; die frischen Felle heißen parchment beaver. In Rußland werden zwei Sorten, die große (Bjelomeszdryo) und die kleine (Kuptscherge oder Järsi) unterschieden.

Bier. Eine gegohrene und noch in langsamer Gährung befindliche, durch Hopfen gewürzte Malzinfusion. Fälschlich wird das Wort Bier auch auf andere Getränke ausgedehnt, die weder Hopfen noch Malz enthalten, wie z. B. Sprossenbier, Ingwerbier u. a., und die aus irgend einer zuckerhaltigen Flüssigkeit bereitet werden, die man durch verschiedene Zusätze würzt, und in geistige Gährung versetzt.

Schon die Alten kannten das Bier, und die Römer nannten es Cerevisia (oder Ceresia), als ein aus Korn, der Gabe der Ceres, bereitetes Getränk. Das berühmteste war der Pelusische Trank, nach der an der Mündung des Nils gelegenen Stadt Pelusium so genannt. Aristoteles spricht schon von Bierrausch, und Theophrast nennt es sehr richtig Gerstenwein. Aus einer Menge historischer Nachweisungen geht mit größter Wahrscheinlichkeit hervor, daß bierartige Getränke schon bei den alten Galliern und Germanen, ja fast bei allen Völkern der gemäßigten Zone, in Gebrauch waren, und noch jetzt bildet das Bier in allen europäischen Ländern, in welchen nicht der Weinbau heimisch ist, das Hauptgetränk.

Nachdem ehemals eine jede Haushaltung sich ihren Bedarf an Bier selbst bereitete, später sich mehrere Familien vereinigten, um wechselweise für einander zu brauen, auf welche Einrichtung sich das Reihebrauen und die an vielen Orten noch jetzt bestehende Gerechtsame gewisser Häuser

zur Theilnahme an der städtischen Brauerei gründen, ist in neuerer Zeit die Bierbrauerei fast aller Orten zu einem gewerbsmäßigen Betriebe herangewachsen, wie auch nur auf diesem Wege an Erzielung eines stets gleichmäßig guten Bieres zu denken ist.

Die Bierbrauerei wird sich am besten unter die folgenden sechs Abtheilungen bringen, und nach ihnen verständlich abhandeln lassen:

1. Die Materialien, also Getreide, Hopfen, Wasser.
2. Die Veränderungen, die mit den Getreidekörnern vorgehen müssen, wenn Bier daraus dargestellt werden soll; also das Malzen.
3. Die Bereitung der Malz- und Hopfeninfusion, oder der Würze.
4. Die Gährung der Würze.
5. Die Nachgährung und Aufbewahrung des Bieres.
6. Untersuchung des Bieres.

1. Von den Materialien.

a) Getreidekörner. Fast alle Getreidearten liefern durch angemessene Behandlung bierartige Getränke, keine aber eignet sich dazu so gut, wie Weizen und Gerste, unter welchen wieder die letztere der größeren Wohlfeilheit wegen fast ausschließlich dazu genommen wird.

Die Gerste kommt in zwei Sorten vor: gewöhnliche Gerste, hordeum vulgare distichon (zweizeilige Gerste), deren Aehren zwei Reihen Körner enthalten; und hordeum hexastichon (sechszeilige Gerste), bei welcher allemal drei Körner aus einem Punkte entspringen, und welche dadurch das Ansehen gewinnt, als wären 6 Reihen Körner vorhanden. Diese letztere Art wird besonders in Schottland unter dem Namen bear oder big viel angebaut, weil sie in kälteren Klimaten besser ausdauert, sie ist aber dickhülsiger, enthält weniger Mehlkörper, und ist daher weniger ausgiebig als die gewöhnliche zweizeilige Gerste. Man erkennt die gute Gerste daran, daß die Körner überall bis an die Spitzen eine frische gelbe Farbe besitzen, daß sie nicht zu lang gestreckt, sondern kurz und bauchig sind, sich also in ihrer Gestalt entfernt den Weizenkörnern nähern, daß die Hülse nicht zu dick und strohartig erscheint, daß sie schwer und von mehlreichem Bruche ist. Es müssen alle Körner möglichst gleiche Größe und Beschaffenheit zeigen; in Wasser geworfen, darf die Zahl der leichten schwimmenden Körner nur gering sein. Sie muß trocken, von frischem, nicht mulstrigem Geruch, und frei von fremden Samenkörnern sein. Aeltere als einjährige Gerste ist zum Bierbrauen nicht zu empfehlen.

Die Qualität der Gerste erkennt man ferner an ihrem Verhalten beim Quellen, d. h. dem Anschwellen im Wasser. Je mehr sich das Volumen der Körner dabei vergrößert, um so schöner ist die Gerste.

Ure gibt als Beispiele folgende Zahlenwerthe:

100	Maß	gewöhnliche Gerste geben beim Quellen . . .	124
100	„	Schottische „ „ „ „ . . .	121
100	„	„ bear oder big „ „ . . .	118
100	„	schlechter Gerste „ „ „ . . .	109
100	„	sehr schöner Gerste von Suffolk „ . . .	183

Reife gesunde Gerstenkörner bestehen in 100 Theilen aus:

70,05 Mehl,
18,75 Hülse,
11,20 Wasser.

Die Bestandtheile des Mehles sind ganz dieselben, wie die aller andern Getreidearten, weichen indessen im relativen Mengenverhältnisse davon ab. Einhof fand im Gerstenmehl folgende Bestandtheile:

Stärkemehl	67,18
Stärkezucker	5,21
Stärkegummi	4,62
Hordeïn	7,29
Kleber	3,52
Eiwei stoff (Albumin)	1,15
Phosphorsauren Kalk	0,42
Wasser	9,37
Verlust bei der Analyse	1,24
	100,00

Es ist jedoch durch Analysen von Hermbstädt gezeigt, daß je nach dem Düngungsmittel auch das Verhältniß der Bestandtheile der Gerste variirt. So wächst bei starker Düngung besonders der Klebergehalt, während bei schwacher Düngung der Gehalt an Stärkemehl sein Maximum erreicht. Der größte Stärkemehlgehalt, 62,48 Prozent, fand sich in ungedüngter; der kleinste 59,68, in der mit Menschenharn gedüngten Gerste, wogegen der Klebergehalt gerade umgekehrt in der ersteren der kleinste 2,88 Prozent, in der letzteren der größte 5,9 Prozent war.

Das bei der Einhof'schen Analyse aufgeführte Hordeïn ist ein von Proust in dem Gerstenmehl aufgefundener, in Gestalt eines feinen, sägespänartigen Pulvers erscheinender Körper, dessen Existenz jedoch durch spätere Untersuchungen widerlegt und als ein inniges Gemenge von Stärke und Kleber erkannt ist.

Entsprechende Angaben über den Weizen werden wir übergehen, theils, weil derselbe nur selten in der Brauerei zur Anwendung kommt, theils weil davon in dem Artikel Brot gehandelt wird.

b) Kartoffeln sind zwar zur Bierbrauerei mehrfach vorgeschlagen, jedoch nie ernstlich zur Anwendung gekommen.

c) Stärkezucker (Malzzucker) ist neuerdings zur Anfertigung eines besonders haltbaren Schiffsbieres empfohlen und angewandt; möchte aber für gewöhnliches Bier zu kostbar sein. Ueber die Bereitung des Malzzuckers ist der Artikel „Zucker" nachzusehen.

d) Der Hopfen, die weiblichen Blüthenkätzchen von humulus lupulus. Die Hauptwirksamkeit desselben liegt in einer gelben pulverförmigen Substanz, welche zwischen den Schuppen der Zapfen sitzt, und ungefähr ein Achtel vom Gewichte des ganzen Hopfens beträgt. Man kann dieses Hopfenmehl, auch wohl Lupulin genannt, auf die Art isoliren, daß man den Hopfen bei einer Temperatur von 30° trocknet, ihn dann in einen groben leinenen Sack bringt und heftig schüttelt, wobei das gelbe Pulver durch die Poren der Leinwand hindurchfällt und so gesammelt werden kann. Es hat im äußeren Ansehen einige Aehnlichkeit mit Herenmehl. Von den so gewonnenen 13 Prozent dieses Pulvers sind 4 Prozent fremdartige, von den Schuppen abgeriebene Theile, 9 Prozent dagegen bestehen in einer eigenthümlichen feinkörnigen Substanz. Diese gibt durch Destillation mit Wasser ein farbloses, flüchtiges Oel, welchem der Hopfen seinen eigenthümlichen Geruch verdankt. Es ist im Wasser in ziemlicher Menge auflöslich. Der größte Theil des Pulvers ist in Alkohol löslich und gibt eine Lösung, welche mit Wasser vermischt und destillirt, ein in Alkohol und Aether lösliches, nicht bitter schmeckendes Harz zurück läßt. In dem von dem Harze getrennten Wasser befindet sich nun der eigenthümliche Bitterstoff, Hopfenbitter, in Verbindung mit einer geringen Menge Gerbsäure und Aepfelsäure, von welchen man es auf die Art reinigt, daß man die Säuren mit Kalk sättigt, das Ganze zur Trockne eindampft, den Rückstand durch Digestion mit Aether von einem kleinen

Rückhalte an Harz befreit, und nun das Hopfenbitter durch Alkohol auflöst, welcher die Kalksalze zurück läßt. Es ist eine gelbliche, zuweilen mehr röthliche, geruchlose Masse von sehr bitterem Hopfengeschmack, in Alkohol leicht, in Wasser ziemlich schwer, in Aether nicht auflöslich.

Payen und Chevallier haben gezeigt, daß dieselben Stoffe auch, wiewohl in geringerer Menge, in den vom Staube befreiten Schuppen enthalten sind.

Nach Wimmer enthalten 100 Theile Hopfen

	in den Schuppen	im Hopfenmehle
Hopfenöl	—	0,12
Hopfenbitter	4,68	3,01
Harz	2,60	2,91
Gerbstoff	1,61	0,56
Gummi	5,83	1,26
Pflanzenfaser	63,95	8,99
	78,67	16,85
davon in Wasser löslich	12,12	4,92

so daß hiernach der ganze Hopfen 17,04 in Wasser lösliche, folglich in das Bier übergehende Theile enthält.

Das gute Verpacken des Hopfens ist eine wesentliche Bedingung zu seiner Konservation, und wahrscheinlich liegt hierin der Grund des so außerordentlich großen Unterschiedes, der sich bei mehrere Jahre langer Aufbewahrung verschiedener Hopfensorten zeigt. Am besten ist die Methode, ihn in große Säcke zu stampfen, und diese in der hydraulischen Presse einem starken Drucke auszusetzen. Man sollte indessen zu gutem Bier keinen Hopfen verwenden, der über ein Jahr alt ist.

Schöner Hopfen hat eine röthlich oder grünlich gelbe Farbe und einen angenehm aromatischen Geruch; die Zapfen sind groß und geben, zwischen den Händen gerieben, ihnen eine gelbliche Farbe und einen sehr kräftigen Geruch, ohne daß sonstige Theile, als Blätter, Stengel, Schalen u. dgl. zum Vorschein kommen.

Den vorzüglichsten Hopfen liefert Böhmen, besonders die Gegenden von Saaz, von Falkenau und Auscha. Die jährliche Hopfenproduktion Böhmens kann auf beinahe 8 Millionen Pfund veranschlagt werden. Fast gleich guten Hopfen und in gleicher Menge liefert Baiern, besonders in den Gegenden von Spalt, Hersbruck, Lauf, Langenzenn, Hochstedt, Fürth und Altdorf.

Auch England (Canterbury und Worcester), sowie Amerika liefern vortrefflichen Hopfen, welche, besonders der letztere, nicht selten im deutschen Handel vorkommen.

2. Das Malzen.

Die Bereitung des Malzes hat die Aufgabe, die Getreidekörner zum Keimen zu bringen, und sobald die Keimung bis zu einem gewissen Grade vorgeschritten ist, sie zu unterbrechen, und die gekeimten Körner zu trocknen (darren), wobei je nach dem Grade der angewendeten Hitze die Körner heller oder (durch anfangende Röstung) dunkler ausfallen. Die Malzbereitung selbst zerfällt wieder in drei auf einander folgende Operationen: das Einquellen, das Keimen und das Darren.

a) Das Einquellen wird in einem großen hölzernen oder steinernen Behälter, dem Quellbottig, Quellstock, vorgenommen, indem man denselben etwa zur Hälfte mit weichem Wasser füllt und die Gerste hinzuschüttet. Nachdem Alles durchgerührt ist, werden die obenauf schwimmenden tauben Körner abgenommen, und sodann wird das Wasser ab-

gelassen. Der Zweck ist hierbei eine Waschung und Reinigung von anhängendem Staub und Schmutz. Man gibt nun wieder reines Wasser in solcher Menge hinzu, daß es etwa 5 Zoll über den Körnern steht, arbeitet alles mit Krücken durch, und entfernt die etwa wieder aufschwimmenden Körner. Bei guter Gerste beträgt die ganze Menge der schlechten, auf dem Wasser schwimmenden Körner etwa 2 Prozent. Das Ganze bleibt nun so lange ruhig sich selbst überlassen, bis die Aufschwellung der Körner den erfahrungsmäßig nöthigen Grad erreicht. Gewöhnlich reichen 40 bis 48 Stunden für gesunde trockene Gerste hin, doch kann sich bei alter Gerste und niedriger Temperatur die Zeit bis auf 5 Tage verzögern.

Bei diesem Einquellen entwickelt sich etwas Kohlensäure und tritt an das Wasser, welches zugleich aus den Hülsen eine extraktive Substanz auszieht, und dadurch eine bräunlich gelbe Farbe und einen strohartigen Geruch annimmt. Die Körner saugen dabei etwa die Hälfte ihres Gewichtes an Wasser ein, und schwellen um ungefähr ein Fünftel ihres Volumens an, während die Hülsen durch die Auflösung des Extraktivstoffes etwa ein Achtel von ihrem Gewicht verlieren, und eine hellere Farbe annehmen.

Der Zweck des Einquellens besteht darin, die Körner in den zum Keimen nöthigen weichen aufgequollenen Zustand zu versetzen, wie dieses auch sonst in der Erde dem Keimen allemal vorhergeht. Zu langes Verweilen im Quellbottig ist nachtheilig, weil es das Keimen stört, und den Körnern einen Theil ihrer vegetativen Kraft entzieht. Man erkennt den gehörigen Grad der Quellung daran, daß sich die Körner mit einer Nadel leicht durchstechen lassen, überhaupt an dem Grade von Weichheit, den sie beim Zerdrücken zwischen den Fingern zeigen. Wenn ein Gerstenkorn beim Drücken zwischen Daumen und Zeigefinger heil in seiner Hülse bleibt, so ist es noch nicht hinlänglich eingeweicht; wenn sich das Mehl in dickbreiartigem Zustande herausquetscht, so kann man annehmen, daß es gut ist; drückt sich aber das Mehl in Gestalt eines milchigen Saftes heraus, so hat das Einquellen zu lange gedauert, und die Keimkraft ist erloschen.

Bei warmer Witterung wird zuweilen das Wasser vor beendigtem Einquellen sauer, was sich am Geschmack und Geruch leicht erkennen läßt; man muß dann das Wasser durch den Zapfen am Boden des Quellbottigs ablassen und frisches aufgeben.

b) Das Keimen. Das zur Ausführung dieser wichtigen Operation dienende Lokal muß durchaus so gelegen sein, daß es keinem bedeutenden Wechsel der Temperatur unterliegt, und sich möglichst unverändert auf 15 bis 16° C. erhält. Ein nicht zu tief gelegener gewölbter luftiger Keller eignet sich am Besten als Malzlokal. Der Boden, die Malztenne, wird am Besten mit Fliesen belegt.

Findet man die Körner gehörig gequellt, so läßt man das Wasser ab, spült wohl noch ein Mal mit frischem Wasser nach, um die schleimige Materie, die sich besonders bei warmer Witterung auf die Körner abzusetzen pflegt, zu beseitigen, schaufelt die Gerste aus dem Bottig heraus und bildet auf der Tenne viereckige Haufen, Beete, von etwa 6 bis 10 Zoll Höhe, welche so angelegt werden müssen, daß neben jedem Beete zum Zweck des Umschaufelns ein gleich großer Raum frei gelassen wird. Nachdem in kurzen Zwischenzeiten die Körner mehrere Male umgeschaufelt worden, wobei hauptsächlich der Zweck obwaltet, die Körner durch gelinde Trocknung von dem anhängenden Wasser zu befreien, bildet man größere und höhere Beete, welche nun etwa 24 bis 36 Stunden unangerührt liegen bleiben. Die Höhe dieser Beete richtet sich nach der Temperatur des Malzlokales und kann im Sommer zu 15 Zoll, im Winter

zu 2 Fuß angenommen werden. Die Körner haben nun bedeutend an Volumen zugenommen, sind äußerlich trocken, so daß sie, wenn man die Hand in den Haufen steckt, dieselbe nicht im Geringsten befeuchten; dabei tritt eine allmälige Erwärmung ein, die wohl bis auf 10° über die Temperatur der Umgebung steigt, und es wird ein eigenthümlicher angenehmer, äpfelartiger Geruch entwickelt. In Folge dieser Erwärmung findet eine Verdunstung der Feuchtigkeit aus den Körnern Statt, welche dadurch auf der Oberfläche feucht werden, schwitzen. Um diese Zeit nimmt die Keimung ihren Anfang; zuerst entwickeln sich die kleinen Wurzelfäserchen an den spitzen Enden der Körner, eine weiße Hervorragung bildet sich aus und zertheilt sich bald in drei oder mehr Würzelchen, die rasch fortwachsen. Der Mälzer hat von nun an den Prozeß sehr sorgfältig zu überwachen, und den zu raschen Fortgang durch Mäßigung der Temperatur aufzuhalten, indem sonst auch der Blattkeim sich rasch entwickelt, wodurch nicht nur ein erheblicher Substanzverlust entsteht, sondern das Malz auch im Uebrigen schlecht ausfällt. Die Beete werden daher niedriger gemacht, häufig umgeschaufelt, um die vorher an der Außenseite befindlichen Theile mehr nach innen und umgekehrt die innern mehr nach außen zu bringen.

Der höchste Wärmegrad tritt gewöhnlich 96 Stunden nach Herausnahme der Gerste aus dem Quellbottig ein. In Folge dieser starken Wärme wachsen die Würzelchen mit großer Schnelligkeit fort, während in den mehr an der Oberfläche befindlichen Körnern, der äußeren Abkühlung wegen, die Vegetation nicht so rasch von Statten geht, und man also ein sehr ungleichförmig gebildetes Malz erhalten würde, wenn der Haufen ungestört liegen bliebe. Die Kunst des Mälzers besteht nun darin, durch zeitgemäßes geschicktes Umschaufeln und Wenden das zu rasche Keimen zu hindern, und alle Körner möglichst gleichmäßig zum Keimen zu bringen. Bei jedesmaligem Umschaufeln macht er die Beete etwas flacher, so daß sie von der anfänglichen Höhe von 15 bis 24 Zoll zuletzt auf 4 bis 6 Zoll herabkommen. Sehr zweckmäßig ist es, die Temperatur der keimenden Gerste mit dem Thermometer zu reguliren, weil das Gefühl der Hand sehr trügerisch ist. Man sollte die Temperatur im Innern der Haufen nicht über 22° R. steigen lassen, wenn gleich die bairischen Mälzer darin weiter, selbst bis zu 26° R., gehen.

Während dieses Keimungsprozesses wird, wie beim Athmungsprozesse der Thiere und bei der Vegetation der Pflanzen, Sauerstoff absorbirt und Kohlensäure entwickelt, jedoch in sehr geringer Menge, da die Körner durch das Malzen nur 3 Prozent von ihrem Gewichte verlieren und ein Theil hiervon noch auf Rechnung mechanischer, nicht zu vermeidender Verluste kommt. Die Substanz der Körner erleidet hierbei eine sehr bedeutende Veränderung; Kleber und Schleim verschwinden zum Theil, die Farbe wird lichter, und das Ganze nimmt eine mehr spröde Beschaffenheit an, so daß es sich zwischen den Fingern zu Mehl zerdrücken läßt, und gewinnt einen angenehm süßen Geschmack. Sobald jedoch diese Aenderungen bis zu einem gewissen Punkte vorgeschritten sind, wird es nöthig, sie zu unterbrechen, und zwar erkennt man diesen Punkt daran, daß der Blattkeim, welcher an demselben Ende wie die Wurzel seine Entstehung nimmt, jedoch unter der Hülse bis zum entgegengesetzten Ende des Kornes fortwächst, gerade im Begriff ist, hier durchzubrechen, und daß die Länge der Wurzel die Länge des Korns um die Hälfte übertrifft. Die Gesammtzeit vom Auswerfen der gequellten Gerste auf die Tenne bis zu dem Punkte, wo die Beendigung eintreten muß, kann durchschnittlich auf 14 Tage angesetzt werden; doch kann sie sich, wenn die Temperatur niedriger gehalten wird, wie z. B. in Schottland üblich

ist, selbst bis auf 21 Tage ausdehnen. Bei sehr trockener Witterung kann es nöthig werden, die Haufen mit Wasser zu besprengen, um das Austrocknen und die damit verbundene Unterbrechung des Keimens zu verhüten.

Mitunter entwickelt sich ein widerlicher Geruch wie von faulenden Aepfeln. Dieß ist allemal ein übles Zeichen, und rührt entweder von schlechter Beschaffenheit der Gerste oder auch daher, daß die Arbeiter beim Umschaufeln unvorsichtig zu Werke gegangen sind, und eine Menge Körner zerstoßen, also getödtet haben, die nun in Fäulniß übergehen. Bei der weichen Beschaffenheit der Körner ist es übrigens kaum möglich, zu verhindern, daß nicht manche zerstoßen werden, weßhalb es denn auch bei warmem Wetter besser ist, die zu rasche Keimung dadurch zu verhüten, daß man recht niedrige Haufen macht, als durch sehr häufiges Umschaufeln.

Während der Keimung erleidet die Substanz der Körner eine sehr wesentliche Aenderung. Ein Theil der Stärke verwandelt sich in Zucker, und zwar nimmt diese Umwandlung ihren Anfang an der Stelle, wo die Keime hervorbrechen, und schreitet in demselben Maße in dem Korne fort, wie der Blattkeim, die plumula, unter der Hülse fortwächst, und sie ist beendigt, wenn dieser Blattkeim auf dem Punkte ist, wo er am entgegengesetzten Ende des Kornes hervorbrechen will. Bevor dieß der Fall ist, findet man den einen, dem Keimungspunkte zugewandten Theil des Kornes süß, den andern dagegen noch in seinem unveränderten Zustande. Läßt man das Korn nun noch fortwachsen, so wird die plumula deutlich grün, treibt weiter fort, der Inhalt des Kornes nimmt eine breiartige milchige Beschaffenheit an, Stärkmehl und Zucker verschwinden immer mehr, und die Hülse bleibt endlich leer zurück. Eine sehr merkwürdige Aenderung geht mit einem Theile des Klebers vor sich, welcher sich in eine eigenthümliche, in der ungemalzten Gerste nicht enthaltene Substanz, das Diastas, verwandelt. Dieser interessante Körper besitzt die Eigenschaft, mit Stärkmehl bei der Temperatur von 70° C. zusammengebracht, dasselbe fast augenblicklicklich dünnflüssig zu machen und es zunächst in eine gummiartige Substanz, das Dextrin, und dieses bei längerer Einwirkung in Stärkezucker umzuwandeln. (M. s. den Artikel Diastas.) Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß auch die Zuckerbildung in dem keimenden Korne der Wechselwirkung zwischen dem Diastas und dem Stärkmehl zuzuschreiben ist. Bei der künstlichen Keimung auf der Tenne wird jedoch nur ein Theil der Stärke, der noch nicht die Hälfte erreicht, in Zucker verwandelt, den größern Theil findet man noch unverändert, und erst bei dem Einmaischen, d. h. bei der Behandlung des Malzes mit heißem Wasser, geht auch dieser Theil der Stärke in Zucker über.

c) Das Trocknen und Darren. Nachdem die Keimung bis zu dem angegebenen Grade vorgeschritten ist, muß sie durch vollständige Austrocknung der Körner unterbrochen werden. Man kann nun aber diese Austrocknung entweder einfach an der Luft (Luftmalz) oder durch künstliche Erwärmung auf der Malzdarre (Darrmalz) bewirken.

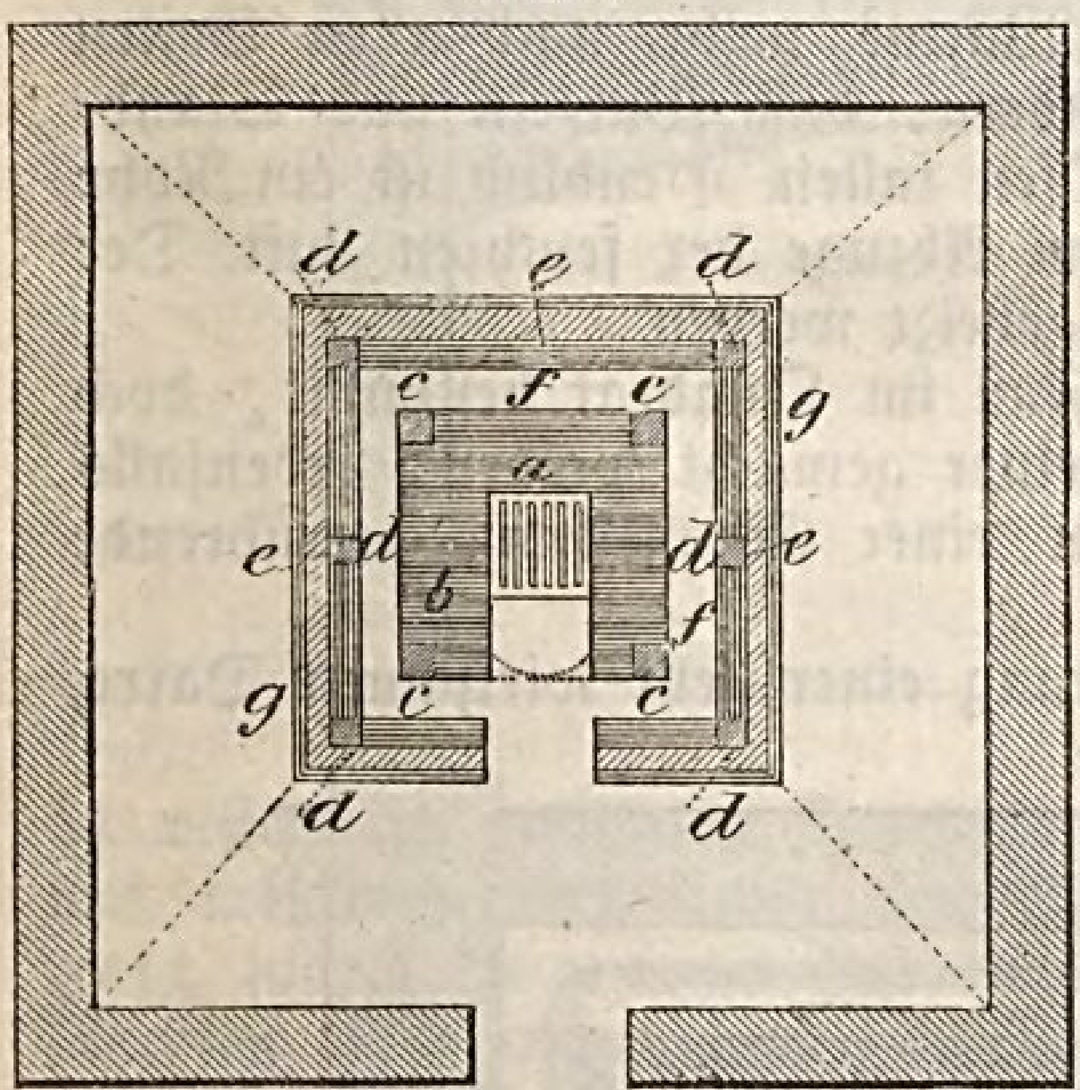
Die Bereitung des Luftmalzes wird auf den Malzböden vorgenommen, indem man das Grünmalz in sehr flachen Lagen, etwa 2 bis 3 Zoll hoch, ausbreitet und es täglich mehrere Male umschaufelt, bis es ganz trocken ist. Hundert Pfund Gerste liefern 92 Luftmalz; dagegen nimmt das Volumen beim Malzen etwa um den vierten Theil zu. Das Luftmalz eignet sich zur Bierbrauerei weniger gut als Darrmalz, weil es eine weniger klare Würze und daher ein weniger haltbares Bier liefert.

Darrmalz. Darren sind solche künstliche Vorrichtungen, mittelst deren die Getreidekörner bei erhöhter Temperatur getrocknet werden können. Die Trocknung geht am schnellsten von Statten, wenn die Körner in einer niedrigen, nur wenige Zoll dicken Schicht auf einer Unterlage aus-

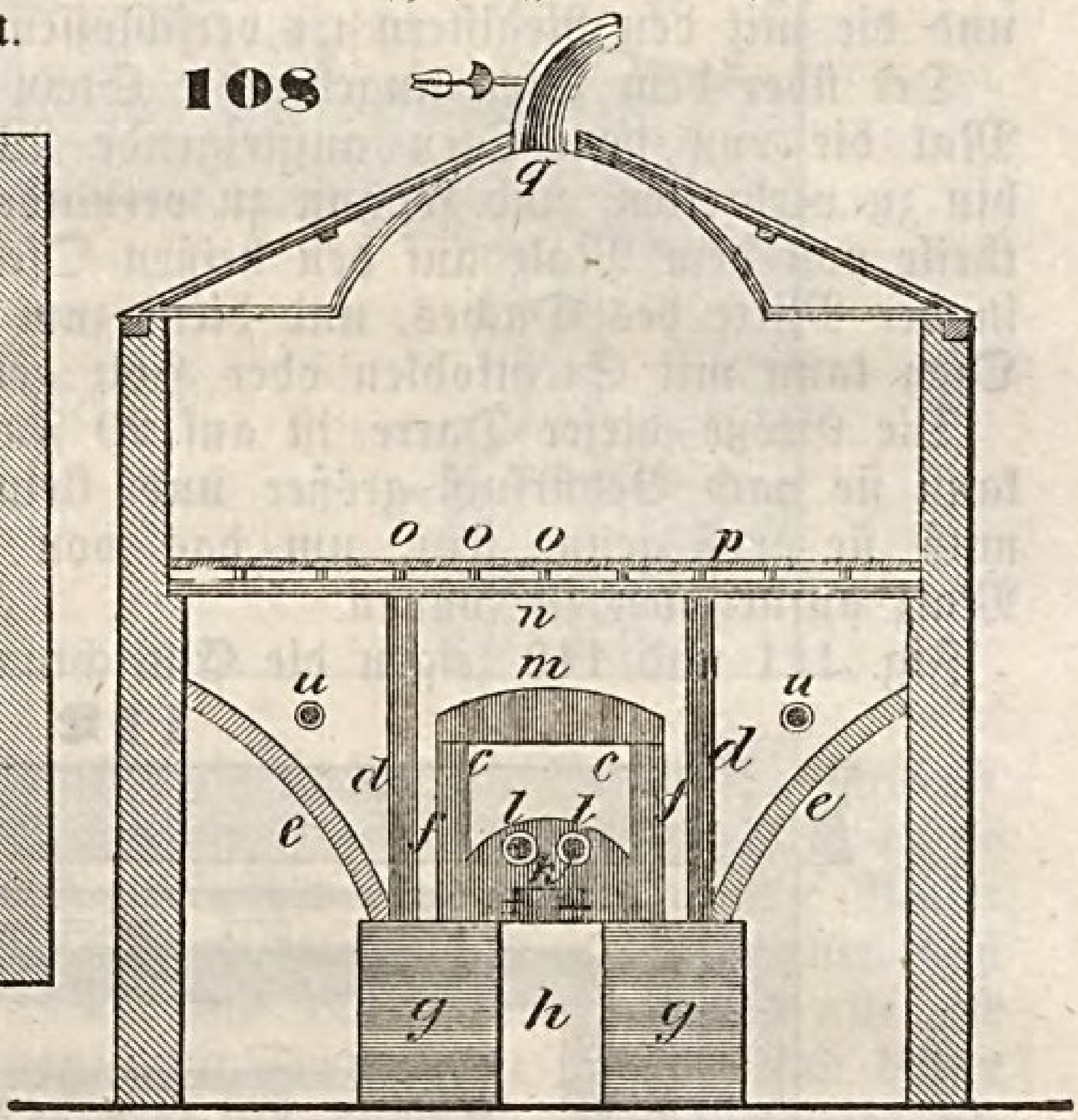
gebreitet sind, welche einem Strome warmer Luft den Durchgang gestattet. Die Einrichtung der Darren mit thönernen Platten, selbst wenn diese mit kleinen Löchern siebartig durchbrochen sind, ist keineswegs zu empfehlen, weil durch diese kleinen, noch dazu nicht sehr nahe an einander befindlichen Löcher der Luftzug sehr erschwert ist. Viel besser und daher auch häufiger in Gebrauch sind siebartig durchlöcherte Kupferbleche. Man hat ferner die Darrsohle aus dickem, wohl ¼ Zoll starkem Eisendraht gebildet, indem man aus solchen Drahtstäben, die parallel so nahe an einander gelegt und befestigt werden, daß sie die Malzkörner nicht durchfallen lassen, ein Gitter oder einen engen Rost bildet. Solche rostförmige Darrsohlen sind außerordentlich wirksam, weil sie der warmen Luft einen so leichten Durchzug gestatten; wenn sie aber aus runden Drahtstäben gebildet sind, so klemmen sich leicht die Körner zwischen ihnen fest, wodurch dann wieder der Luftzug leidet. Sehr zu empfehlen sind durchlöcherte Tafeln von starkem Eisenblech.

Die Darrsohle, bestehe sie nun aus Platten oder aus Draht, bildet den oberen Verschluß eines ummauerten Raumes, in welchem durch einen Ofen, durch Dampfröhren oder irgend eine andere Heizvorrichtung die Luft erwärmt wird, welche nun in Folge ihrer Leichtigkeit die nöthige Steigkraft erhält, um zwischen den Körnern aufzusteigen und so die Austrocknung derselben zu bewirken.

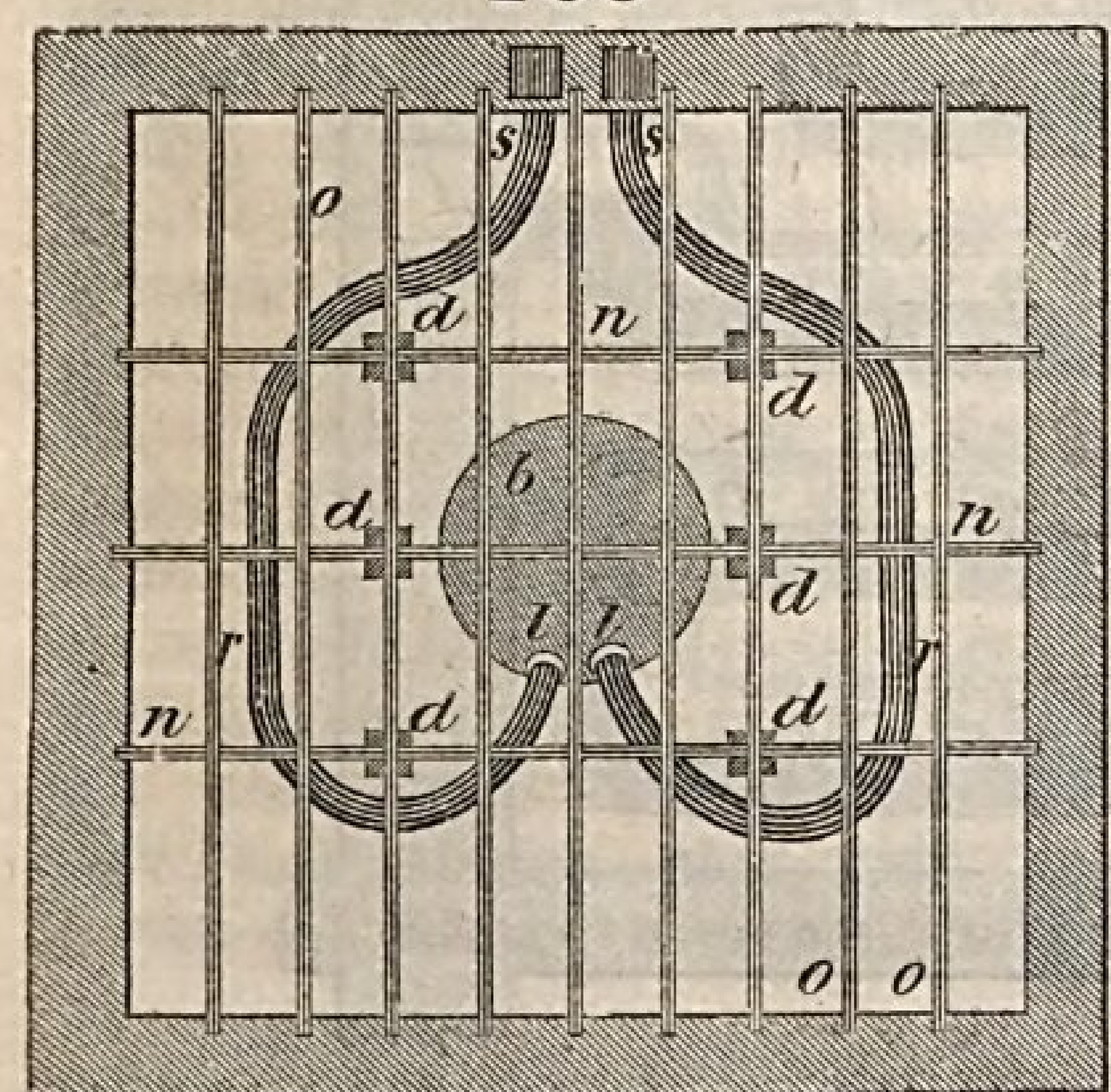
107



108



109



110

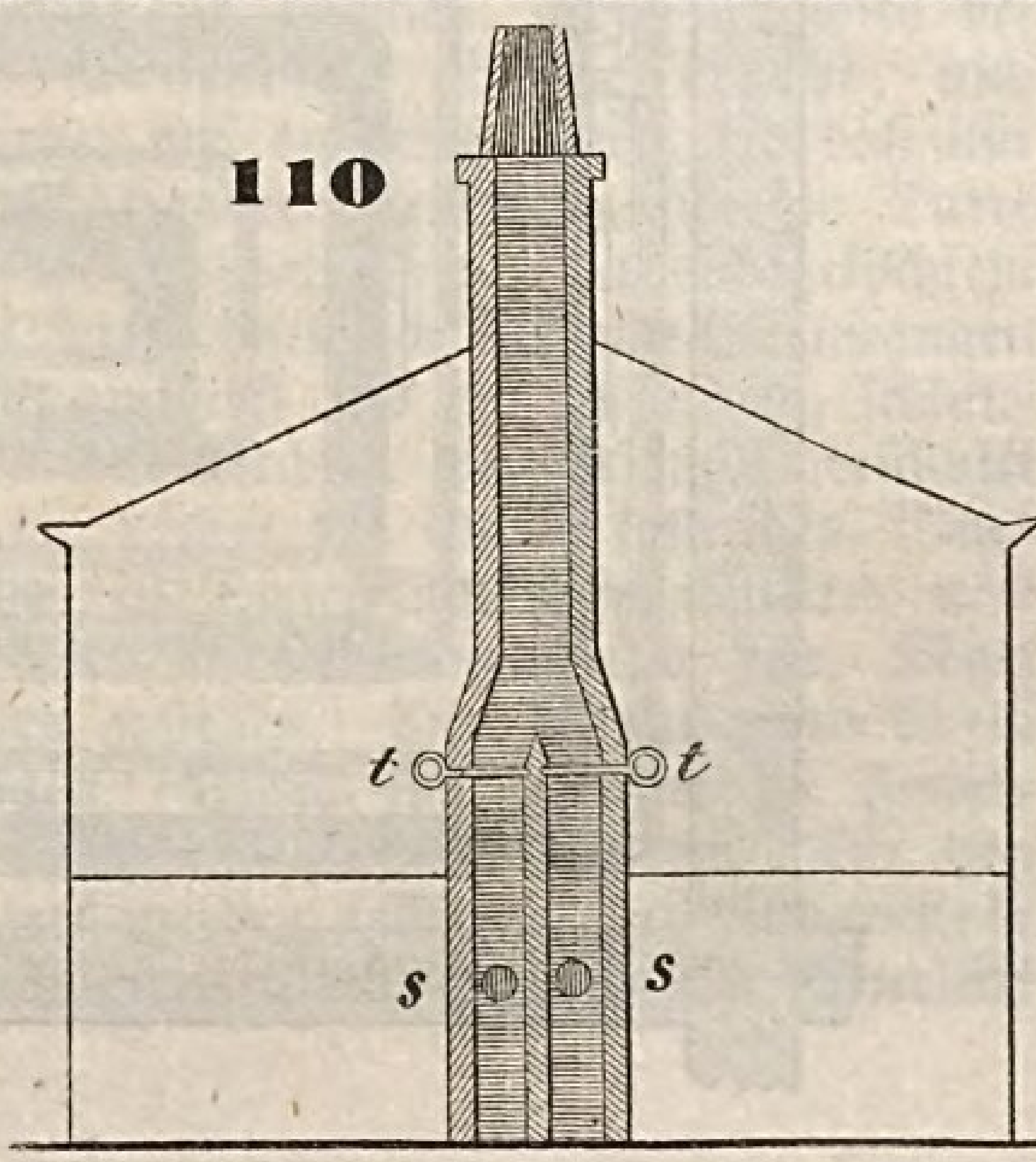


Fig. 107 bis 110 zeigen die Einrichtung einer Darre nach Prechtl; die erste im Grundriß, die zweite im vertikalen Durchschnitt, die dritte im horizontalen Durchschnitt in der Höhe der Darrplatte, die vierte im senkrechten Durchschnitt des Schornsteins.

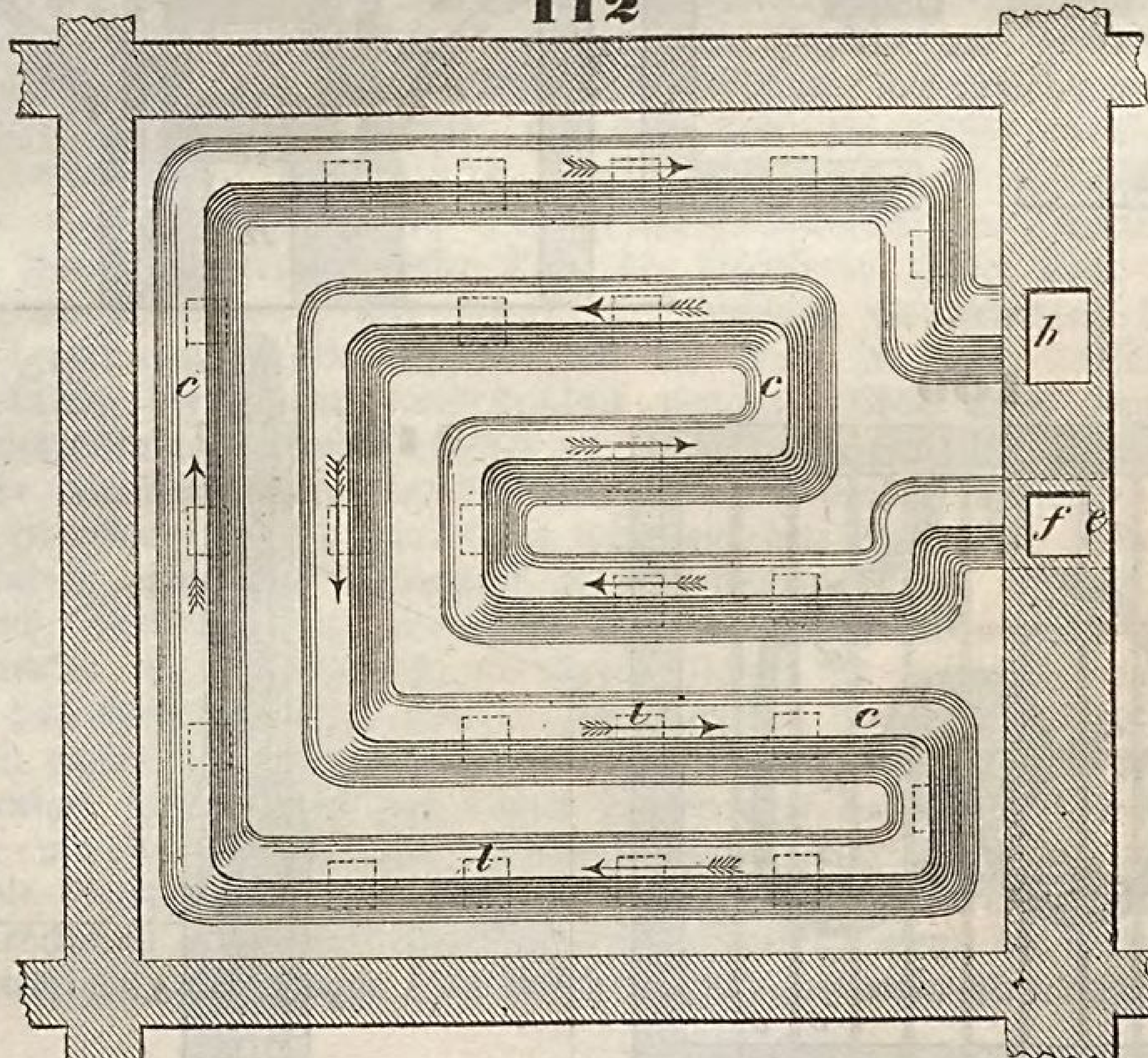
In der Mitte des unteren Raumes steht der gußeiserne Ofen auf einem 4 Fuß hohen Mauerwerk, und ist mit zwei gekrümmten Rauchröhren versehen, die in den Schornstein ausmünden. In einiger Entfernung von dem Ofen stehen vier Pfeiler, die einen flachen Stein tragen, welcher eine Art Dach über dem Ofen bildet. a ist der Rost, b der niedrige, kuppelförmig gewölbte Ofen; h der Aschenfall, k die Heizthür, l, r und l, r Rauchröhren, die bei s, s in den Schornstein gehen. c, c, c, c sind vier neunzöllige gemauerte Pfeiler, auf denen der flache, oben etwas gewölbte Stein m ruht; d, d, d, d, d, d gleichfalls neunzöllige gemauerte Pfeiler, welche die eisernen Balken n, n, n tragen, auf denen die Stangen o, o, o aufliegen, die ihrerseits wieder der durchlöcherten Darrplatte p zur Unterlage dienen; g, g die Mauern, auf welchen der Ofen aufsteht; e, e Gewölbe, die an allen vier Seiten des Ofens von dem Mauerwerk g nach der Außenwand des Darr-Raumes gespannt sind. u, u sind die Querschnitte der Rauchröhren. Fig. 110 stellt den Schornstein dar, der unten zwei Abtheilungen enthält, in deren jede eine der Rauchröhren einmündet, und die mit den Registern t, t verschlossen werden können.

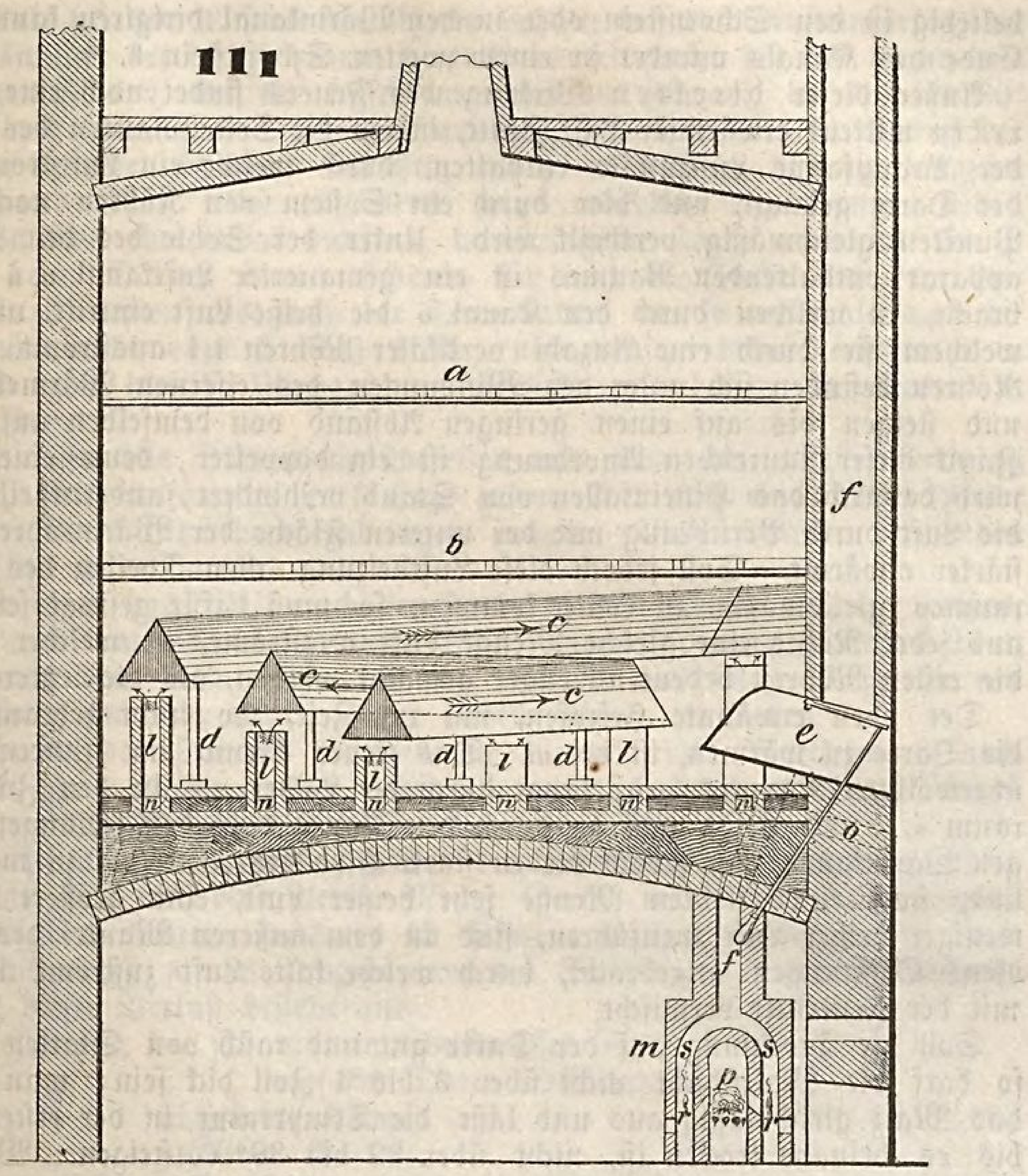
Der über dem Ofen angebrachte Stein hat den doppelten Zweck, ein Mal die von dem Ofen aufsteigende Wärme mehr nach allen Seiten hin zu verbreiten, und sodann zu verhindern, daß Wurzeln und Staubtheile von dem Malz auf den heißen Ofen fallen. q endlich ist ein Rohr in der Mitte des Daches, und dient zum Abzuge der feuchten Luft. Der Ofen kann mit Steinkohlen oder Holz geheizt werden.

Die Größe dieser Darre ist auf 20 Fuß im Quadrat bestimmt, doch kann sie nach Bedürfniß größer und kleiner gemacht werden; jedenfalls muß sie groß genug sein, um das von einer Einquellung herrührende Malz aufnehmen zu können.

Fig. 111 und 112 zeigen die Einrichtung einer sehr wirksamen Darre,

112





die erstere im vertikalen Durchschnitt, die letztere im Grundriß. Sie ist auf möglichste Ersparung von Brennstoff berechnet, und demnach doppelt, indem die warme Luft durch zwei über einander befindliche Malzschichten bei a und b hindurchsteigt; denn die Erfahrung hat gelehrt, daß die Luft bei ihrem Durchgange durch das Malz, sobald dieses nur erst äußerlich trocken ist, sich keineswegs mit Feuchtigkeit sättigt, und daher im Stande ist, noch eine zweite Schicht zu trocknen. Sodann wird bei dieser Darre die beim Würzekochen überschüssige Wärme benutzt, und zwar, wie sogleich gezeigt wird, wieder auf doppelte Weise, so daß nur zur Zeit, wo nicht gekocht wird, eine besondere Feuerung für die Darre nöthig ist. a und b also sind die beiden Darrsohlen von dichtgelochtem Eisen- oder Kupferblech; sie werden durch darunter liegende Eisenstangen getragen. Der Wärmapparat besteht zunächst aus einem langen, schlangenförmig sich windenden Kanal von Eisenblech c, welcher im Querschnitt ein Dreieck bildet, damit die durch die Löcher der Darre fallenden Wurzelchen und Staubtheile auf den schrägen Seitenflächen herabgleiten und nicht liegen bleiben, in welchem Falle sie anbrennen und dem Malz einen räucherigen Geschmack ertheilen würden. Der Kanal wird durch eine Anzahl eiserner Träger d getragen. Durch ihn zirkulirt die Feuerluft von der Braupfanne, welche durch den Fuchs e eintritt. Für den Fall, daß gebraut, aber nicht gedarrt werden sollte, ist der Schornstein f und die Klappe e vorhanden, durch deren Stellung man die Feuerluft

beliebig in den Schornstein oder in den Wärmkanal dirigiren kann. Das Ende des Kanals mündet in einen zweiten Schornstein h.

Außer dieser direkten Wirkung des Feuers findet noch eine indirekte mittelst erwärmter Luft Statt, indem die Seitenmauern des Ofens der Braupfanne Luftkanäle enthalten, durch welche ein Luftstrom nach der Darre gelangt, und hier durch ein System von Röhren nach allen Punkten gleichmäßig vertheilt wird. Unter der Sohle des den Wärmapparat enthaltenden Raumes ist ein gemauerter Luftkanal n, n angebracht, in welchen durch den Kanal o die heiße Luft eintritt, und aus welchem sie durch eine Anzahl vertikaler Röhren l, l ausströmt. Diese Röhren befinden sich unter den Windungen des eisernen Wärmekanales und steigen bis auf einen geringen Abstand von demselben auf. Der Zweck dieser sinnreichen Anordnung ist ein doppelter, denn einentheils wird dadurch das Hineinfallen von Staub verhindert, anderntheils wird die Luft durch Berührung mit der unteren Fläche der Wärmröhren noch stärker erwärmt. Soll jedoch diese Luftheizung allen Theilen des Darrraumes gleichmäßig zu Gute kommen, so muß dafür gesorgt sein, daß aus jeder Röhre eine gleiche Menge Luft ausströme, in welcher Absicht die ersten Röhren bedeutend enger gemacht werden, als die letzteren.

Der oben erwähnte Heizofen, um zur Zeit, wo nicht gebraut wird, die Darre zu wärmen, ist bei m. Das Feuer brennt im Innern eines überwölbten Raumes p, gelangt durch die Löcher r, r in den Zwischenraum s, s und steigt von da durch den Kanal f in den schlangenförmigen Wärmkanal. Um jedoch die zu starke Hitze der Feuerluft zu mäßigen, und, statt einer kleinen Menge sehr heißer Luft, eine größere Menge weniger heißer Luft zuzuführen, sind in dem äußeren Mantel des Heizofens Oeffnungen angebracht, durch welche kalte Luft zuströmt und sich mit der Feuerluft vermischt.

Soll die Trocknung auf der Darre gut und rasch von Statten gehen, so darf die Malzschicht nicht über 3 bis 4 Zoll dick sein; man breitet das Malz gleichmäßig aus und läßt die Temperatur in der ersten Zeit, bis es beinahe trocken ist, nicht über 32 bis 38° C. steigen. Während dieser Trocknung wird das Malz zuerst sehr häufig, später in dem Maße, wie es allmälig trockener wird, nur alle drei oder vier Stunden umgestochen. Ist es ziemlich trocken, so steigert man die Temperatur in dem Grade, wie es das jedes Mal zu bereitende Bier erfordert. Der Einfluß der Temperatur auf die Beschaffenheit des Malzes besteht zunächst darin, daß die Einwirkung des Diastas auf die Stärke, folglich die Zuckerbildung, noch fortgeht, vorausgesetzt, daß das Malz noch im feuchten Zustande der erhöhten Temperatur dargeboten wird, denn wollte man ganz trockenes Luftmalz auf die Darre bringen, um es hier zu erhitzen, so würde an Zuckerbildung in diesem trockenen Zustande nicht mehr zu denken sein. Eine andere Folge der Hitze ist eine Röstung der Körner, wobei sie je nach dem Wärmegrade eine hell- oder dunkelbraune Farbe annehmen und zugleich einen eigenthümlichen, nicht unangenehmen bittern Geschmack gewinnen, der auf den Geschmack des fertigen Bieres großen Einfluß übt. Auch diese Einwirkung der Hitze ist verschieden, je nachdem das Malz schon vorher getrocknet war oder nicht. Wird Malz noch feucht plötzlich einer hohen Temperatur ausgesetzt, so geht die Stärke in den gallertartig aufgequollenen Zustand über, und trocknet zu einer harten gummiartigen Masse ein, welche sehr geneigt ist, durch Einwirkung der Hitze sich zu bräunen. Wurde dagegen das Malz bei gelinder Wärme getrocknet, und erst dann einer stärkeren Hitze ausgesetzt, so verbleibt die Stärke in dem natürlichen körnigen Zustande, und erträgt so eine viel höhere Temperatur, ohne sich zu bräunen. Combrune's Angaben, wonach

das Malz bei 39° R. seine Naturfarbe behält, bei 45° bernsteinfarbig, bei 48° bräunlich, bei 51½° braun, bei 53° dunkelbraun, bei 58° braun mit schwarzen Flecken, bei 62° kaffeebraun, bei 64° schwarz, bei 70° bis 80° glasig und schwarz, fast verkohlt ausfalle, sind besonders in Betreff der letzteren Angaben bestimmt unrichtig, indem es feststeht, daß ein langsam getrocknetes Malz selbst bei 80° R keine erhebliche Aenderung erleidet, und höchstens eine etwas dunklere, bernsteingelbe Farbe annimmt. Es ist daher beim Darren immer sicherer, sich nach der Farbe und dem Geschmack zu richten als nach der Temperatur, um so mehr als auch die Zeitdauer nicht ohne Einfluß bleibt, und weniger hohe Temperatur in längerer Zeit dieselbe Umwandlung bewirkt, wie höhere Temperatur in kurzer Zeit.

Man sollte das Darren nie übereilen und etwa, um schneller fertig zu werden, gleich anfänglich starke Hitze geben, oder auch eine dunklere Farbe durch stärkere Hitze hervorzubringen suchen. Viele Brauer verwenden zwei Tage zum Darren.

Man theilt das Malz nach der Farbe in drei Sorten ein, ein weißes, gelbes und braunes. Ganz dunkelbraun, beinahe schwarz gedarrtes Malz wird unter dem Namen **Farbmalz** bereitet, um solche Biere, die wie der Porter eine sehr dunkle Farbe haben müssen, zu färben.

Während des Darrens trocknen die Wurzel- und Blattkeime so aus, daß sie ganz spröde werden, abfallen, und sich durch ein engmaschiges Sieb von den Malzkörnern leicht absondern lassen.

100 Pfund guter Gerste geben durchschnittlich 80 Pfund gesiebtes Darrmalz. Da nun eine gleiche Menge Gerste, wenn man sie ungemalzt bei derselben Wärme trocknet, 12 Prozent verliert, so folgt, daß durch den Malzprozeß nur 8 Prozent von der Substanz der Körner verloren gehen; dieser Verlust besteht aus:

1½ Prozent, die sich in dem Quellwasser lösen,
3 " " " auf der Darre verflüchtigen,
3 " abgesiebte Keime,
½ " zufälliger Verlust.

Der Zweck des Darrens besteht nicht allein darin, die gekeimten Körner zu tödten und auszutrocknen, sondern auch einen Theil der in ihnen enthaltenen Stärke durch Einwirkung des Diastas in Zucker umzuwandeln. Daß in der That noch während des Darrens Zucker gebildet wird, läßt sich sehr leicht auf die Art beweisen, daß man von einer und derselben Portion gekeimter Gerste einen Theil in trockener Luft ohne Erwärmung, einen andern aber auf der Darre trocknet. Der letztere liefert mehr zuckerhaltiges Extrakt, als der erstere. Dazu kommt, daß das Darrmalz einen eigenthümlichen, angenehmen, schwach brenzlichen Geschmack besitzt, der wahrscheinlich von einer geringen Menge empyreumatischen Oeles herrührt, das sich in den Hülsen erzeugt und nicht nur den Wohlgeschmack des Bieres, sondern auch seine Haltbarkeit erhöht.

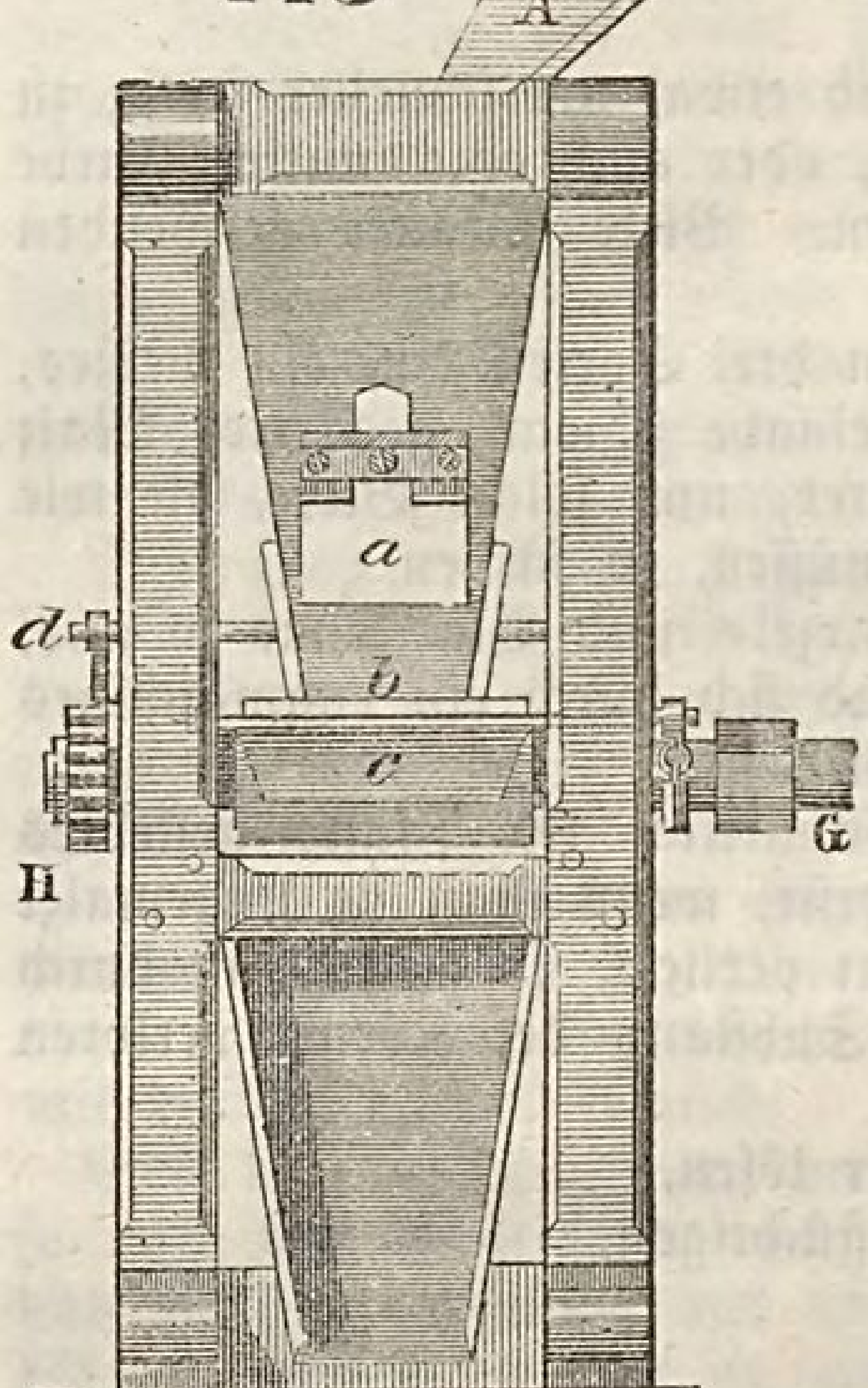
Gutes Malz muß folgende Eigenschaften besitzen: Das Korn ist rund und voll, zerbricht leicht zwischen den Zähnen, hat einen süßen Geschmack, einen schwachen angenehmen Geruch und ist mit einem zarten, nicht harten oder glasartigen Mehlkörper ganz gefüllt. Auf einem eichenen Brett gegen die Faser des Holzes gerieben, gibt es einen Strich wie Kreide und schwimmt auf Wasser, während ungemalzte Gerste darin untersinkt. Da die Beschaffenheit des Malzes so wesentlich von der Qualität der rohen Gerste abhängt, sollte man immer nur Gerste von demselben Felde, oder doch wenigstens von gleichem Alter und möglichst ähnlicher Beschaffenheit zugleich in Arbeit nehmen. Neue Gerste keimt schneller als alte, mehr eingetrocknete. Würde man also neue und alte Gerste zusammen

nehmen, so würde es total unmöglich sein, alle Körner gleichmäßig zum Keimen zu bringen und ein richtig beschaffenes Malz zu erhalten.

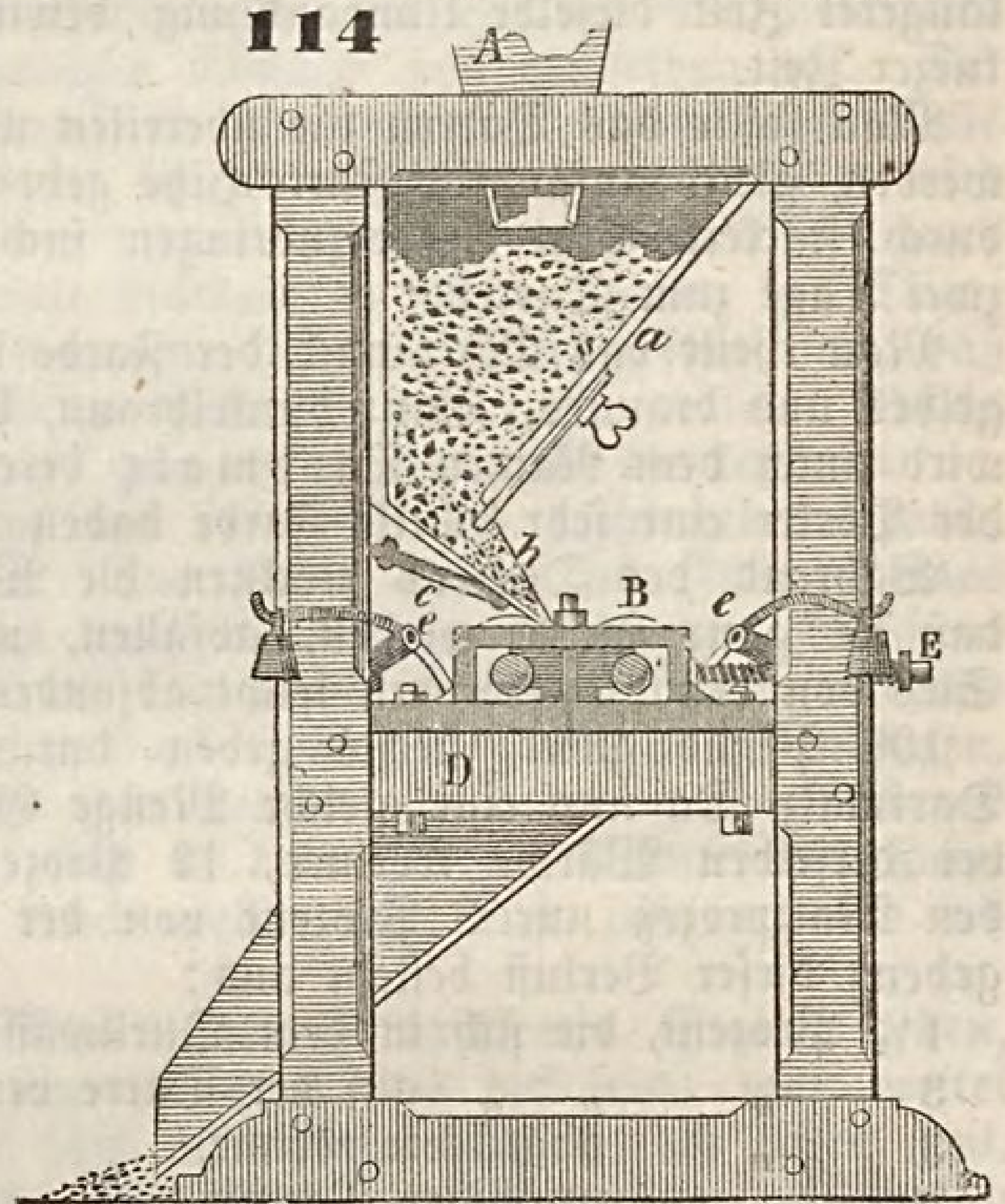
Das gedarrte Malz muß nun zerkleinert werden, da die heilen Körner sich nicht wohl würden extrahiren lassen; doch darf die Zerkleinerung auch nicht zu weit getrieben werden, indem sonst leicht eine trübe Infusion entsteht. Die Zerkleinerung, das Schroten, geschieht entweder in einer gewöhnlichen Mühle zwischen Steinen oder zwischen eisernen Walzen.

Fig. 113, 114 und 115 stellen eine Schrotmühle mit Walzen dar. A ein hölzerner Trichter, durch den das Malz auf den Rumpf gegeben

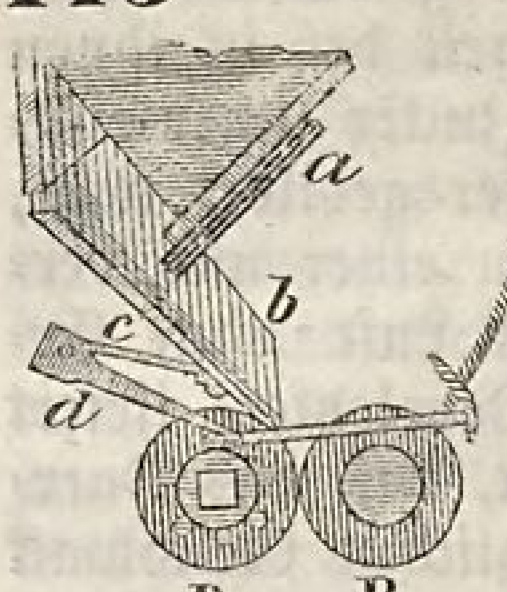
113



114



115

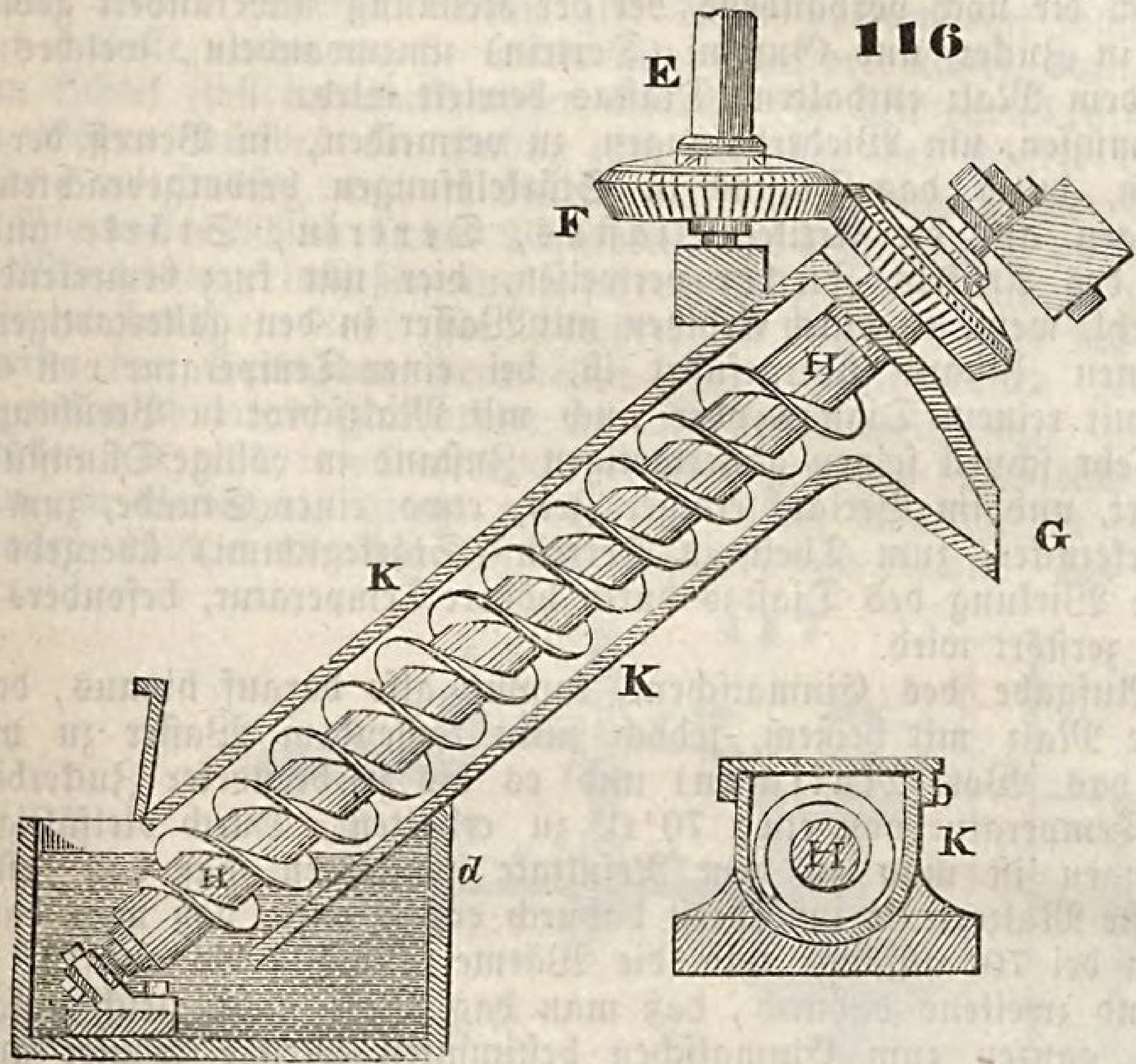


wird, der es allmälig zwischen die Walzen B, D schüttet. Diese sind von Eisen, genau zylindrisch abgedreht, und liegen mit ihren Zapfen in Lagern von hartem Messing, die auf Querriegeln des Gerüstes, wie Fig. 114 zeigt, befestigt sind. Die Schraube E wirkt auf die Lager der einen Walze, und dient dazu, diese der andern Walze gehörig nahe zu stellen. G ist eine viereckige Verlängerung eines der Zapfen, und wird entweder mit einer Kurbel versehen, wenn die Mühle durch menschliche Kraft getrieben werden soll, oder auch mit einer Dampfmaschine, einem Pferdegöpel oder dergleichen verbunden. Die zweite Walze erhält ihre Drehung durch zwei gleich große gezahnte Räder, die an den Walzen sitzen und in einander eingreifen. Die schüttelnde Bewegung des Rumpfes wird durch einen Winkelhebel c, d (Fig. 115) hervorgebracht, dessen einer Arm d in ein Zahnrad H eingreift, welches an einer der Walzen sitzt, während der andere Arm c sich gegen den Schuh b des Rumpfes lehnt, und ihm so die durch das Rad bewirkte auf- und niedergehende Bewegung mittheilt. Der Ausfluß des Malzes aus dem Rumpfe läßt sich dabei durch den Schieber a reguliren. e, e sind zwei eiserne Abstreichmesser, die durch Gewichte mit ihren Schneiden an die Walzen angedrückt werden, und diese beständig rein halten.

Eine andere Art Schrotmühle besteht in einem mit schräg laufenden

Furchen versehenen eisernen Kegel, der in einer innerlich gefurchten Hülse sich dreht, ganz wie bei einer Kaffeemühle, nur im Großen ausgeführt. — Um das geschrotene Malz von der Mühle auf den Schrotbehälter zu heben, oder auch sonst von einem Theile der Brauerei nach einem andern zu schaffen, kann in großen Brauereien mit Vortheil eine Schraube oder Schnecke angewandt werden, wie sie in der nachstehenden Fig. 116 ab-

116



gebildet ist. K bedeutet eine zylindrische Röhre, in welcher sich die Schraube H dreht, und dabei sehr nahe an der inneren Wandung derselben fortstreift. Indem nun die Schraube durch das konische Rad F umgetrieben wird, holt sie das Schrot aus dem Kasten d herauf und schüttet es aus der Rinne G aus. Statt schräg, kann die Schraube auch horizontal liegen, und so zum horizontalen Fortschaffen des Malzes, wo dieß nöthig ist, gebraucht werden.

3. Bereitung der Bierwürze.

Man versteht unter Würze die aus Malz und Hopfen bereitete klare, zuckerhaltige Flüssigkeit, welche nachher durch Gährung in Bier übergeht. Ihre Bereitung zerfällt wieder in drei Operationen, das Einmaischen, das Würzekochen und das Kühlen der Würze.

a) Das Einmaischen. Diese Hauptoperation hat den Zweck, aus dem geschrotenen Malz eine süße zuckerhaltige Infusion zu bereiten. Daß hierbei das Malz nur gröblich zerkleinert, keineswegs zu Mehl gemahlen sein darf, ist schon oben erwähnt; denn nicht nur wird in Folge zu feinen Mahlens die Infusion leicht trübe, sondern das Malzmehl klebt auch gern zu größeren und kleineren Klümpchen zusammen, die sich nachher nicht leicht zertheilen. Bei zerquetschtem oder zerdrücktem Malz, wie es durch die Malzmühle erhalten wird, sind die Hülsen wenig beschädigt und bewirken so eine gewisse Lockerheit und Porosität der ganzen Masse, die das Eindringen des Wassers, mithin die vollkommene Extraktion des Malzes sehr begünstigt.

Bevor man es in den Maischbottig bringt, läßt man es gern an einem

kühlen Orte einige Tage liegen, damit es Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, wozu es sehr geneigt ist. Die durch das Darren in einen verhärteten Zustand übergegangene Substanz des Malzes wird dadurch weicher und lockerer und dem Wasser zugänglicher.

Der Zweck des Einmaischens besteht nicht allein darin, die in dem Malze bereits vorhandenen Zucker- und Gummitheile auszuziehen, sondern auch die noch vorhandene, bei der Keimung unverändert gebliebene Stärke in Zucker und Gummi (Dextrin) umzuwandeln, welches durch das in dem Malz enthaltene Diastas bewirkt wird.

Wir müssen, um Wiederholungen zu vermeiden, in Betreff der merkwürdigen, durch das Diastas in Stärkelösungen hervorgebrachten Veränderungen auf die Artikel Diastas, Dextrin, Stärke und den Schluß des Artikels Zucker verweisen, hier nur kurz bemerkend, daß Stärkmehl, wenn es durch Erhitzen mit Wasser in den gallertartigen aufgequollenen Zustand übergeführt ist, bei einer Temperatur von 64 bis 70° C. mit reinem Diastas oder auch mit Malzschrot in Berührung gelassen, sehr schnell seinen gallertartigen Zustand in völlige Dünnflüssigkeit umändert, und im Verlauf einiger Zeit, etwa einer Stunde, zum Theil in Stärkezucker, zum Theil in Dextrin (Stärkegummi) übergeht; daß aber die Wirkung des Diastas durch höhere Temperatur, besonders durch Kochen, zerstört wird.

Die Aufgabe des Einmaischens kommt also darauf hinaus, das geschrotene Malz mit heißem, jedoch nicht kochendem Wasser zu mischen (daher das Wort Maischen) und es bis zu beendeter Zuckerbildung in der Temperatur von etwa 70° C. zu erhalten. Durch vielfältige Beobachtungen ist man zu dem Resultate gekommen, daß das beste und gesundeste Malzextrakt zuvörderst dadurch erzielt wird, daß man das Einmaischen bei 70° anfängt und die Wärme allmälig bis auf 75° steigen läßt; und zweitens dadurch, daß man das Malz nicht gleich anfänglich mit der ganzen zum Einmaischen bestimmten Menge Wasser anrührt, sondern es mit mehreren, gewöhnlich drei einzelnen Portionen heißen Wassers nach einander extrahirt. Der erste Antheil Wasser hat hierbei den Zweck, das zerquetschte Malz zu durchfeuchten, und erst bei fernerem Zusatz von heißem Wasser steigt die Temperatur bis zu dem Punkte, daß die Stärke gallertartig aufquillt und durch Einwirkung des Diastas in dünnflüssiges Dextrin übergeht. Erst bei noch weiterem Zusatz des heißen Wassers tritt die Zuckerbildung ein, deren Vollendung sich bei gehöriger Uebung an dem süßen Geschmack erkennen läßt. Die Anwendung von Reagentien, besonders einer Auflösung von Jod in Wasser, welche mit Stärke eine blaue Farbe erzeugt, ist weniger entscheidend, weil auch Stärkegummi durch Jod nicht gebläut wird. Der allmälige Zusatz des Wassers hat noch das Gute, daß sich die Stärke dabei nicht in zähe Klumpen zusammenballen kann, und daß das Extrakt sehr leicht und fast ganz klar von der zurückbleibenden Hülse abfließt. Je dicker, oder vielmehr je weniger verdünnt das Malzextrakt, um so leichter klärt sich die Würze beim Kochen durch das Koaguliren des Eiweißstoffes.

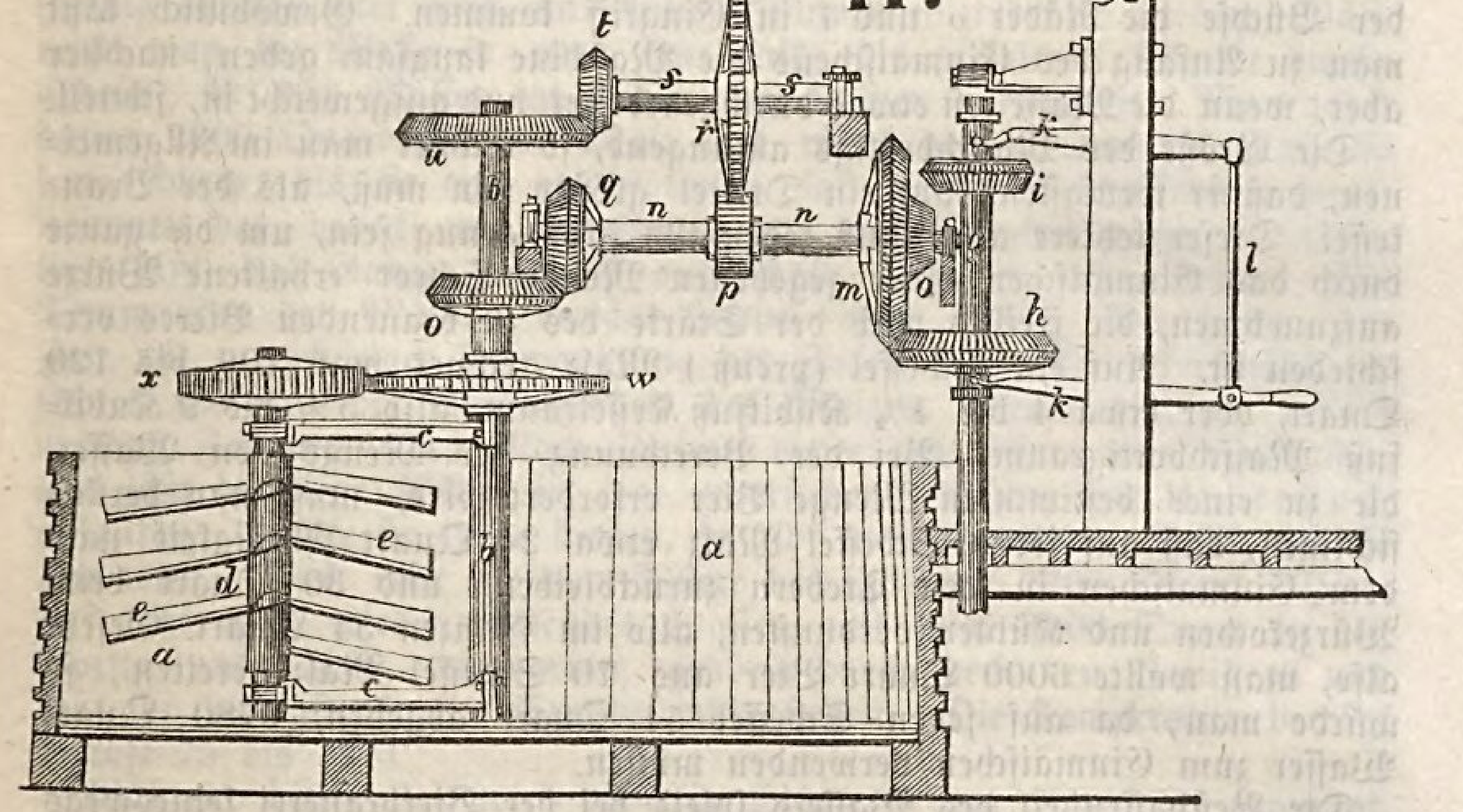
Helles, schwach gedarrtes Malz erfordert beim Einmaischen eine etwas weniger hohe Temperatur und ein langsameres, allmäligeres Zusetzen des Wassers, als stark gedarrtes. Je zuckerhaltiger das Malz (Folge von gut entwickeltem Diastas), desto rascher geht die fernere Zuckerbildung von Statten.

Was so eben hinsichtlich des hellen Malzes bemerkt wurde, gilt in noch höherem Grade für Mischungen von rohem ungemalztem Getreide mit Malz, die freilich in der Bierbrauerei viel weniger als in der Braunt-

weinbrennerei zur Anwendung kommen, und ganz besondere Sorgfalt beim Einmaischen erfordern.

Der **Maischbottig** ist ein großer runder, hölzerner Kübel mit doppeltem Boden. Der obere, etwa 1 bis 2 Zoll von dem unteren abstehende Boden ist vielfach mit kleinen Löchern durchbohrt, oder besser durchbrannt, weil gebohrte Löcher sich beim Naßwerden und Quellen des Holzes leicht wieder zuziehen. Man gibt diesen Löchern eine konische Gestalt, so daß sie unten, wo sie weiter sind, etwa drei Achtel, oben dagegen nur ein Achtel Zoll im Durchmesser haben. In den Zwischenraum der beiden Böden mündet ein Hahn, zum Ablassen der Würze bestimmt. Besonders zweckmäßig, auch in vielen deutschen, besonders aber den englischen Brauereien üblich ist das Verfahren, das heiße Wasser **von unten** in den Maischbottig einfließen und so zu dem Malzschrot gelangen zu lassen, zu welchem Zweck ein Rohr (der **Pfaff**) vom oberen Rande des Bottigs bis unter den Seihboden herabreicht. Das Durcharbeiten der Masse wird gewöhnlich durch Handarbeit mit Krücken bewerkstelligt, in großen Brauereien hat man besondere Rührvorrichtungen, die durch eine Dampfmaschine in Bewegung gesetzt werden. — Eine derartige, in englischen Brauereien übliche Maschine ist in Fig. 117 abgebildet. a, a der aus

117



hölzernen Stäben zusammengesetzte und durch eiserne Bänder zusammengehaltene Maischbottig, in dessen Mitte eine vertikale Welle b durch die konischen Räder t und u, von denen das letztere an dem oberen Ende der Welle fest sitzt, langsam umgedreht wird. Der eigentliche Rührapparat besteht in einer mit vielen schräg liegenden messerartigen Armen e, e versehenen vertikalen Achse d, die sich zwischen den von der mittlern Welle b auslaufenden Armen c, c dreht, und an ihrem oberen Ende ein Stirnrad x trägt. Es ist leicht einzusehen, daß, wenn die Messer oder Flügel dieses Rührapparates sich in rascher Drehung befinden, und zugleich der ganze Rührapparat durch die mittlere Welle langsam im Kreise herum geführt wird, die gesammte, in dem Bottig enthaltene Maische nach und nach die Wirkung desselben erfährt. Bei dem Mechanismus handelt es sich nun darum, eine zweifache drehende Bewegung: ein Mal die der Flügelwelle, und zweitens die der Hauptwelle b, zu bewirken. Diese zweifache Drehung wird zunächst durch die horizontale, mit den Rädern p und q versehene Welle n, n erzeugt, indem ein Mal das Rad

p in das größere Rad r eingreift, hierdurch die Welle s, s und somit auch das konische Rad t umtreibt, welches nun der vertikalen Welle b die nöthige langsame Drehung ertheilt; zweitens aber auch das konische Rad q in das Rad o eingreift, welches durch eine zylindrische Büchse, die sich um die Welle b frei dreht, mit dem größeren Rade w verbunden ist, und so also das Rad x mit der Flügelwelle umdreht. Die Größenverhältnisse der Räder und Triebe sind hierbei so gewählt, daß während eines einmaligen Umganges der Centralwelle b die Flügelwelle 18 Drehungen macht. Um nun endlich den ganzen Apparat nach Erforderniß mit größerer und geringerer Geschwindigkeit in Drehung zu setzen, hat die Welle n, n zwei konische Räder m und o von verschiedenem Durchmesser, während die vertikale Welle g, die mit der Dampfmaschine oder dem Pferdegöpel in Verbindung steht, und so gedreht wird, an ihrem oberen Ende viereckig ist und eine verschiebbare Büchse trägt, auf welcher die konischen Räder h und i in solcher Entfernung von einander sitzen, daß allemal nur eines derselben mit einem der Räder m oder o in Eingriff stehen kann. Bringt man nun mittelst der beiden Hebel k, k, die durch die Stange l in Verbindung stehen, die Büchse in die Höhe (wie diese in der Figur dargestellt ist), so wird durch Eingriff der Räder h und m eine langsamere Bewegung erzeugt, als wenn durch Herabschieben der Büchse die Räder o und i in Eingriff kommen. Gewöhnlich läßt man zu Anfang des Einmaischens die Maschine langsam gehen, nachher aber, wenn die Masse erst etwas durchgearbeitet und aufgeweicht ist, schnell.

Die Größe des Maischbottigs anlangend, so rechnet man im Allgemeinen, daß er wenigstens um ein Drittel größer sein muß, als der Braukessel. Dieser letztere aber muß jedenfalls groß genug sein, um die ganze durch das Einmaischen einer gegebenen Menge Schrot erhaltene Würze aufzunehmen, die freilich nach der Stärke des zu brauenden Bieres verschieden ist. Auf ein Scheffel (preuß.) Malz rechnet man 106 bis 120 Quart, oder etwa 4 bis 4½ Kubikfuß Kesselraum, also 5⅓ bis 9 Kubikfuß Maischbottigraum. Bei der Berechnung der Menge von Wasser, die zu einer bestimmten Menge Bier erfordert wird, muß man berücksichtigen, daß auf jeden Scheffel Malz etwa 24 Quart Flüssigkeit nach dem Einmaischen in den Trebern zurückbleiben, und 30 Quart beim Würzekochen und Kühlen verdunsten, also im Ganzen 54 Quart. Gesetzt also, man wollte 6000 Quart Bier aus 70 Scheffel Malz bereiten, so würde man, da auf jeden Scheffel 54 Quart abgehen, 9780 Quart Wasser zum Einmaischen verwenden müssen.

Die Beschaffenheit des Wassers spielt bei der Bierbrauerei keineswegs eine so sehr bedeutende Rolle, als häufig angenommen wird; selbst der Unterschied zwischen hartem und weichem Wasser macht sich nicht bemerklich, indem offenbar die in dem Wasser enthaltenen Kalksalze theils durch die anhaltende Kochung, theils durch Gegenwart der organischen Substanzen unauflöslich gemacht und niedergeschlagen werden.

Das Verfahren beim Einmaischen läßt mannichfaltige Abänderungen zu, welche wieder auf die Beschaffenheit des Bieres von großem Einfluß sind; zuvörderst bedingt die Menge des Wassers die Stärke des Bieres, sodann kann entweder, wie im Vorhergehenden angeführt wurde, das heiße Wasser in getheilten Portionen nach und nach, oder auch mit einem Male zugesetzt werden.

Ueber das Verhältniß des Wassers zum Malz mögen einige beispielsweise Angaben genügen.

In Baiern werden, nach Balling, aus 1 Scheffel Malz 7 Eimer Winterbier oder 6 Eimer Sommerbier (Lagerbier) gebraut; oder nach österreichischem Maß und Gewicht kommen zu 1 Faß (von 170 Maß Würze)

für Winterbier 1,837 W. Metzen oder 91,8 Pfund, für Sommerbier 2,143 W. Metzen oder 107,1 Pfund Gerstendarrmalz. Auf französisches Maß und Gewicht reduzirt, würde zu jedem Liter Winterbier 213 Gramm Malz, zum Sommerbier 248,4 Gramm Malz kommen. An Wasser muß eine bedeutend größere Menge genommen werden, als die des erzeugten Bieres, weil ein Theil in den Trebern zurückbleibt, ein anderer, noch größerer Theil durch Verdampfung beim Würzekochen und Kühlen verloren geht. Man rechnet auf 1000 Maß Bier etwa 1620 bis 1775, also durchschnittlich 1700 Maß Wasser (vergleiche oben).

Es sind nun zwei verschiedene Methoden des Maischens zu unterscheiden:

a) Die vorzugsweise in England übliche Methode, nach welcher man das Malz successive mit getrennten Portionen heißen Wassers extrahirt und so mehrere Aufgüsse gewinnt, welche nachher entweder einzeln oder gemischt weiter verarbeitet werden. Das Verfahren ist in der Kürze folgendes: Gesetzt, man wollte aus 70 Scheffeln Malz 6000 Quart Bier bereiten, so würde man, da auf jeden Scheffel etwa 54 Quart abgehen, 9780 Quart Wasser zum Einmaischen verwenden müssen. Man fängt damit an, die ganze Menge des Wassers in einem Kessel auf 63° (im Sommer) oder 75° (im Winter) zu erhitzen, läßt sodann 2400 Quart in den Maischbottig ab, und rührt die 70 Scheffel Malzschrot allmälig ein, so daß es sehr gleichförmig durchfeuchtet wird, und keine Klumpen unzerdrückt bleiben. Während man die Masse so etwa eine halbe bis dreiviertel Stunde durcharbeitet, ist das Wasser im Kessel zum Kochen gekommen. Man zapft davon 2000 Quart auf das Malz und rührt von Neuem die Masse so lange durch, bis sie eine gleichförmige, fast flüssige Beschaffenheit angenommen hat, bedeckt nun den Bottig, um die Flüssigkeit warm zu halten, und läßt das Ganze eine bis anderthalb Stunden ruhig stehen. Die Temperatur der Maische beträgt hierbei etwa 63° C. Die Länge der Zeit, die zu gehöriger Umwandlung der Stärke in Zucker erforderlich ist, richtet sich nach der Beschaffenheit des Malzes. Braunes Malz bedarf weniger Zeit als helles. Nach Verlauf dieser Zeit öffnet man den Hahn, und läßt die klare Würze in eine unterstehende Bütte, den Unterstock, ablaufen. Sollte sie trübe fließen, so gibt man sie wieder zurück, bis sie klar wird. Diese erste Portion Würze beträgt etwa 2700 Quart. Hierauf läßt man wieder kochendes Wasser, und zwar 3000 Quart in den Bottig und rührt, wie vorhin, gehörig durch, deckt den Bottig zu und läßt ihn wenigstens eine Stunde ruhig stehen. Die Temperatur beträgt hierbei 75 bis 77° C.

Während dieser Zeit wird die erste Würze in den Braukessel gepumpt, und so schnell wie möglich zum Kochen gebracht. Nach dem nöthigen Stehen zieht man auch die zweite Portion Würze von dem Maischbottig ab, und bringt auch sie in den Kessel, ohne daß dabei die Flüssigkeit aus dem Kochen kommen darf. Endlich wird der Rest des kochenden Wassers auf das Malz gegeben, und nach halbstündigem Stehen abgezogen und entweder auch noch zu der Würze in den Braukessel gepumpt, oder bei stärkeren Bieren aufbewahrt, um beim nächsten Einmaischen statt Wassers zugenommen zu werden.

Die Menge von trockenem Extrakt, die ein Scheffel Malz liefert, und die in die Würze übergeht, beträgt etwa 15½ Pfund. Die erste Würze ist natürlich die stärkste, die zweite Portion enthält ungefähr halb so viel Extrakt, und die dritte wieder um die Hälfte weniger.

Wir lassen nun

b) das vorzugsweise in Baiern übliche Maischverfahren folgen, welches sich von dem vorhergehenden wesentlich dadurch unterscheidet, daß das Malz mit kaltem oder doch nur wenig warmem Wasser eingeteigt

und die so erhaltene Maische theilweise durch Kochen erhitzt und dann der übrigen Maische wieder zugegeben wird. Es sind indessen wieder drei Abweichungen zu unterscheiden, und zwar:

aa) Das Münchener oder altbairische, bb) das Augsburger und cc) das fränkische Verfahren, welche folgendermaßen ausgeführt werden.

aa) Das Münchener Maischverfahren. Es wird dabei gewöhnlich das Gewichtsverhältniß zwischen Malz und Wasser wie 1:8 angenommen. Nachdem die Hälfte des Wassers, kalt, in den Maischbottig, die andere Hälfte in den Braukessel gegeben worden, schüttet man das Malz zu dem ersteren, und arbeitet es damit vollständig durch, während das Wasser in dem Kessel zum Sieden erhitzt wird. Man läßt nun das siedende Wasser, am besten von unten, durch den Pfaffen, zu der kalten Masse im Maischbottig, dessen Temperatur auf etwa 36° erhöht wird. Von dieser dicken, ganz trüben Maische, welche das Stärkmehl des Malzes noch in unverändertem Zustande enthält, wird nun sogleich etwa der dritte Theil, und zwar so viel wie möglich das dickste vom Boden des Maischbottigs, in den Braukessel gefüllt, zum Kochen erhitzt und unter beständigem Rühren etwa eine halbe Stunde lang gekocht, sodann in den Maischbottig zurückgebracht und mit der übrigen Maische durchgearbeitet, wodurch die Temperatur auf etwa 50° steigt. Es wird nun abermals ein Drittel dieser Dickmaische in den Kessel gebracht, zum Kochen erhitzt, eine halbe Stunde darin erhalten und wieder in den Maischbottig zurückgegeben, wodurch nun erst die Temperatur auf 62° steigt. Nachdem wieder eine Zeitlang gerührt worden, schöpft man ungefähr die Hälfte des Ganzen, aber dieses Mal die zu oberst stehende dünnere Maische, in den Braukessel, läßt sie darin zum Kochen kommen und gibt sie auf die Treber in dem Maischbottig zurück; worauf dann das Ganze 1½ Stunden sich selbst überlassen bleibt. Die Würze ist jetzt zum Kochen fertig. Die Treber werden hierauf mit einer kleinen Menge Wasser ausgesüßt, und die so erhaltene schwächere Würze zu der übrigen in den Braukessel gegeben, sodann zum Behuf von schwachem Nachbier nochmals ausgesüßt, und zuletzt mit kaltem Wasser nachgespült, wodurch das sogenannte Glattwasser erhalten wird, dessen sich die Branntweinbrenner statt des Wassers zum Einmaischen bedienen.

bb) Das Augsburger Maischverfahren. Das Gewichtsverhältniß des Wassers zum Malzschrot ist 6 (für Sommerbier) oder 7 für Winterbier): 1. Man beginnt, wie bei dem Münchener Verfahren, damit, einen Theil des Wassers kalt mit dem Malzschrot einzumaischen, das übrige aber im Braukessel zum Kochen zu erhitzen. Nachdem die eingeteigte Masse etwa 4 Stunden gestanden hat, zieht man einen Theil der unter dem Seihboden angesammelten milchigen Flüssigkeit ab, und bringt sie in den Braukessel zu dem kochenden Wasser, wodurch die in demselben aufgeschwemmten Unreinigkeiten und ausgeschiedenen Kalktheile gesammelt und auf die Oberfläche geworfen werden, von wo sie mit dem Schaumlöffel abgenommen werden. Nach dieser vorläufigen Reinigung des Wassers läßt man dasselbe unter stetem Durcharbeiten der Masse durch den Pfaffen in den Maischbottig ab, wodurch die Temperatur auf 64° steigt. Der Bottig wird nun bedeckt und eine Viertelstunde ruhig stehen gelassen, worauf man etwa zwei Drittel der Würze in den Würzbrunnen (den unter dem Maischbottig zur Aufnahme der Würze befindlichen Bottig) abzieht, und sie sodann im Braukessel langsam zum Kochen erhitzt, dabei aber den sich bildenden Schaum abschöpft. Die kochende Würze wird nun wieder in den Maischbottig zurückgebracht, und Alles stark durchgearbeitet. Nach kurzer Ruhe wird hierauf der dickere Theil der Maische wieder in den Kessel gefüllt, unter beständigem Rühren zum Kochen er-

hitzt, und etwa eine Stunde darin erhalten. Nach Verlauf dieser Zeit kommt die gekochte Dickmaische zu dem Uebrigen in den Maischbottig zurück, und wird damit anhaltend aufgemaischt, welche Operation des Kochens und Wiederzurückgebens auch wohl nochmals wiederholt wird.

In mehreren nach dieser Methode arbeitenden Brauereien wird, um dem Bier einen milderen Geschmack zu ertheilen, eine kleine Diversion vorgenommen, indem man von der zuerst erhaltenen klaren Würze einen Theil sofort auf dem Kühlschiffe abkühlt, und ihn später, nachdem das Uebrige die beschriebenen wechselnden Kochungen und Maischungen durchgemacht hat, unmittelbar vor dem Kochen mit Hopfen, wieder zusetzt. Da auf solche Weise ein Theil der Würze weniger anhaltend gekocht wird, so würde sich ein kleiner Unterschied im Geschmack wohl erklären.

cc) Das fränkische Maischverfahren nähert sich sehr der englischen Methode, indem das Malzschrot nicht erst mit kaltem, sondern sofort mit heißem Wasser eingemaischt wird. Nachdem das Wasser im Kessel zum Kochen erhitzt und durch Zusatz von etwas kaltem Wasser auf etwa 84° abgekühlt worden, läßt man es langsam und unter stetem Durcharbeiten auf das in den Maischbottig geschüttete Malzschrot. Auch hier wird das Verhältniß von 6 bis 7 Gewichtstheilen Wasser auf 1 Theil Malz beobachtet. Die Temperatur der Maische muß 64° betragen. Nach etwa halbstündiger Ruhe läßt man die Würze ab, füllt sie in den Kessel, und bringt sie zum Kochen, welches dann ¾ Stunden unterhalten wird. Sie kommt sodann in den Maischbottig zurück, wird mit dem Schrot abermals anhaltend durchgearbeitet, und bleibt damit bei 75° eine Stunde ruhig stehen. Die dann fertige Würze wird abgezogen und die Treber mit kaltem Wasser ausgesüßt, wodurch eine schwächere Würze zu Dünnbier erfolgt.

Vergleicht man diese verschiedenen Maischmethoden mit einander, so läßt sich der Unterschied, abgesehen von weniger bedeutenden Nebenpunkten, etwa folgendermaßen zusammenstellen: Das englische Verfahren behandelt das Malz successive mit mehreren Portionen heißen Wassers von der zur Beförderung der Zuckerbildung geeigneten Temperatur, um die erhaltenen Würzen nachher zu vereinigen; das fränkische Verfahren wendet ebenfalls heißes Wasser von der zur Zuckerbildung geeigneten Temperatur an, jedoch das Ganze mit Einem Male, kocht die erhaltene Würze und gibt sie nochmals auf das Schrot zurück; das Augsburger Verfahren nimmt kaltes Wasser zum Einteigen, fügt sodann kochendes Wasser bis zur Temperatur der Zuckerbildung hinzu, und kocht zu wiederholten Malen den das Malz enthaltenden Bodensatz, um ihn sodann zur Maische zurückzugeben; das Münchener Verfahren endlich nimmt ebenfalls kaltes Wasser zum Einteigen, und fügt sodann heißes Wasser hinzu, wodurch aber die Temperatur noch lange nicht den zur Zuckerbildung nöthigen Grad erreicht. Von dieser, die ganze Wassermenge enthaltenden Dickmaische werden sodann successive einzelne Portionen im Kessel gekocht und wieder zum Uebrigen zurückgegeben, bis nach und nach die Temperatur der Zuckerbildung erreicht wird.

Vom wissenschaftlichen Gesichtspunkte betrachtet, verdient das sogenannte englische Verfahren bestimmt den Vorzug, weil die Behandlung des Malzes mit verhältnißmäßig kleinen Mengen heißen Wassers sehr konzentrirte Lösungen bedingt, in welchen die Einwirkung des Diastas viel leichter und vollständiger erfolgt, als in den verdünnten Lösungen der andern Methoden, bei welchen um die Zeit der Zuckerbildung schon das ganze Wasserquantum zugegen ist. Zugleich wird durch die englische Methode der successiven Aufgüsse das Malz vollständiger erschöpft, und eine konzentrirtere Würze gewonnen, als bei den bairischen. Damit

aber soll nicht behauptet werden, daß die englische Maischmethode beim Brauen der bairischen Bitterbiere unbedingt anzurathen sei; denn daß die wiederholten Kochungen der Maische selbst auf den Geschmack des Bieres, möglicherweise auch auf den relativen Gehalt desselben an Zucker, Alkohol und Gummi von Einfluß sein mögen, ist gewiß nicht zu verkennen.

Die Anwendung von Kartoffeln, Stärkmehl, Stärkzucker, ungemalztem Getreide und andern Materialien zur Bierbereitung ist häufig empfohlen, aber noch nie im Großen zur Ausführung gekommen, theils weil die Kostenersparung zu unbedeutend, theils weil das gewonnene Bier unschmackhaft war, und wir halten es daher nicht für angemessen, unsere Leser mit diesen unfruchtbaren Vorschlägen weiter zu behelligen.

Die Untersuchung der Würze auf ihren Gehalt an Zucker, Gummi und sonstigen aufgelösten Stoffen, mit einem Worte auf ihren Extraktgehalt geschieht am einfachsten und mit hinlänglicher Genauigkeit durch Bestimmung des spezifischen Gewichtes mittelst eines Aräometers oder Saccharometers. Bei Anfertigung desselben, namentlich bei der Graduirung, kann man Auflösungen von Rohrzucker in Wasser, welche nach bestimmter prozentischer Zusammensetzung gemacht werden, benutzen, indem Bestimmungen von Balling gezeigt haben, daß sich Malzextrakt hinsichtlich des spezifischen Gewichtes seiner Auflösung dem Rohrzucker ganz gleich verhält. Ein solches Saccharometer ist also ein Aräometer, welches in Zuckerauflösungen den Zuckergehalt in Prozenten angibt.

Eine höchst nützliche Tabelle über den Extraktgehalt der Würzen ist von Balling ausgearbeitet, welche wir hier folgen lassen:

Extraktgehalt in Gewichtsprozenten	Spezifisches Gewicht	Gewicht eines Wiener Fasses à 290½ Liter in W. Pfunden à 560 Gramm	Gehalt an Malzextrakt in einem Faß Würze in Pfunden	Menge des Malzes in Pfunden zu einem W. Faß Würze	Menge des Malzes in W. Metzen zu einem Faß Würze	Menge an Darrmalz auf 100 Pfund Würze
0	1,0000	429,54	0,000	0,00	0,000	0,00
1	1,0040	431,25	4,312	8,33	0,166	1,93
2	1,0080	432,97	8,659	16,73	0,334	3,86
3	1,0120	434,69	13,040	25,19	0,513	5,79
4	1,0160	436,41	17,456	33,73	0,674	7,72
5	1,0200	438,13	21,906	42,33	0,864	9,66
6	1,0240	439,84	26,390	50,99	1,019	11,59
7	1,0281	441,61	30,912	59,73	1,194	13,52
8	1,0322	443,37	35,469	68,54	1,370	15,45
9	1,0363	445,13	40,061	77,41	1,548	17,39
10	1,0401	446,89	44,689	86,35	1,727	19,32
11	1,0446	448,69	49,356	95,37	1,907	21,25
12	1,0488	450,50	54,060	104,46	2,089	23,18
13	1,0530	452,30	58,799	113,62	2,272	25,11
14	1,0572	454,10	63,575	122,85	2,457	27,05
15	1,0614	455,91	68,387	132,14	2,642	28,98
16	1,0657	457,76	73,241	141,52	2,830	30,91
17	1,0700	459,60	78,133	150,98	3,019	32,84
18	1,0744	461,49	83,069	160,52	3,210	34,77
19	1,0788	463,38	88,043	170,13	3,402	36,71

Extraktgehalt in Gewichtsprozenten	Spezifisches Gewicht	Gewicht eines Wiener Fasses à 290½ Liter in W. Pfunden à 560 Gramm	Gehalt an Malzextrakt in einem Faß Würze in Pfunden	Menge des Malzes in Pfunden zu einem W. Faß Würze	Menge des Malzes in W. Metzen zu einem Faß Würze	Menge an Darrmalz auf 100 Pfund Würze
20	1,0832	465,27	93,055	179,81	3,596	38,64
21	1,0877	467,21	98,114	189,59	3,791	40,57
22	1,0922	469,14	103,211	199,44	3,988	42,51
23	1,0967	471,07	108,347	209,36	4,187	44,44
24	1,1013	473,05	113,532	219,38	4,387	46,37
25	1,1059	475,02	118,757	229,48	4,589	48,30
26	1,1106	477,04	124,032	239,67	4,793	50,23
27	1,1153	479,06	129,347	249,94	4,998	52,17
28	1,1200	481,08	134,703	260,29	5,205	54,10
29	1,1247	483,10	140,100	270,72	5,414	56,03
30	1,1295	485,16	145,549	281,25	5,625	57,97

Man ersieht aus dieser Tabelle unter Anderem, daß zur Erzeugung von 1 Pfund trockenem Malzertrakt 1,9323 Pfd. Darrmalz erfordert wird.

Wenn, wie oben erwähnt, in Baiern aus 1 Scheffel Malz 7 Eimer Winterbier oder 6 Eimer Sommerbier gebraut werden müssen, oder auf das Wiener Faß 91,8 und resp. 107,1 Pfund Malz kommen, so würde demnach die Würze zum Winterbier sehr nahe 10,5 Prozent, jene zum Sommerbier 12,3 Prozent Ertrakt enthalten.

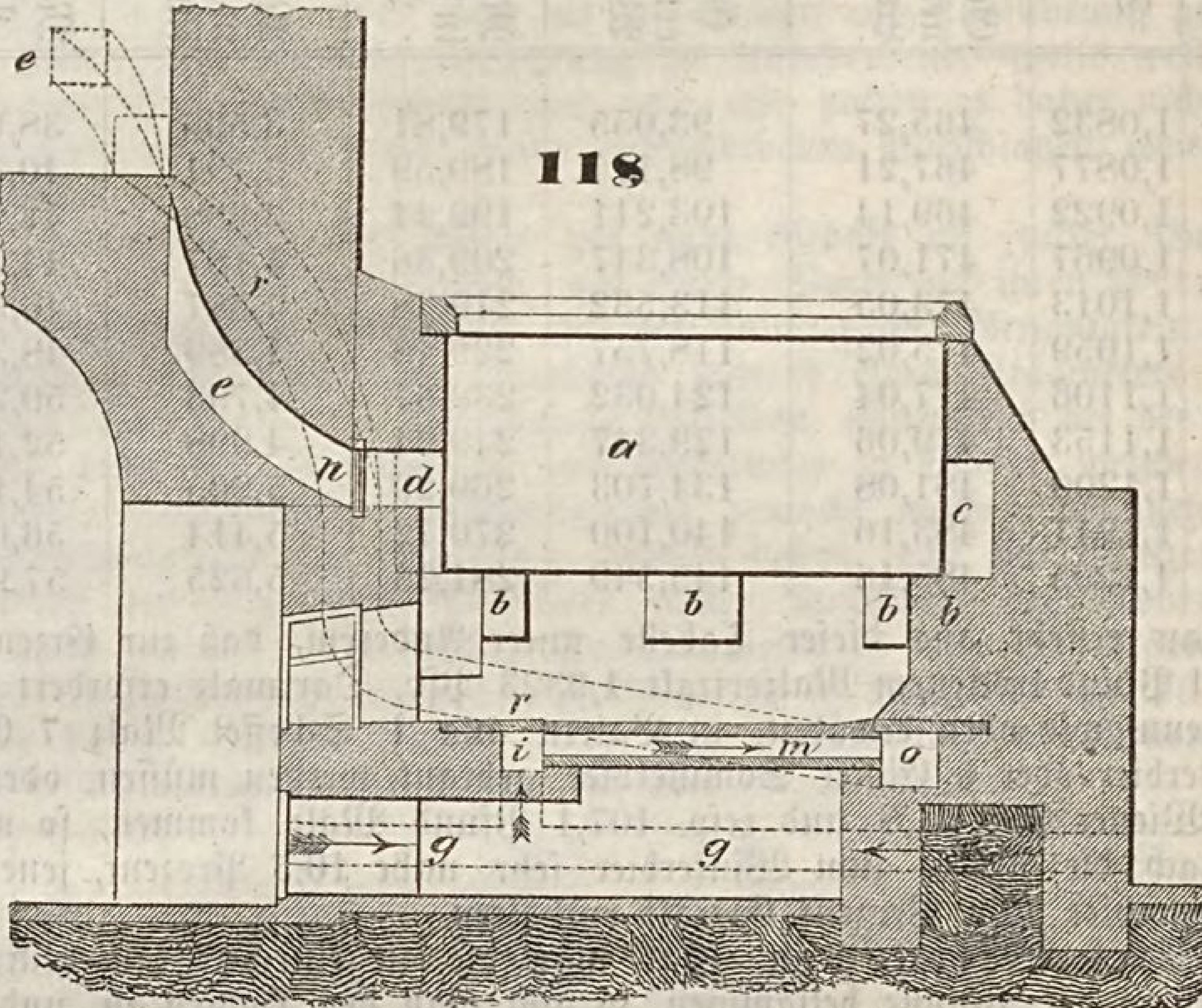
b) Das Würzekochen. Hat man die zu einem Brau bestimmte Würze in der Pfanne beisammen, so gibt man den Hopfen zu, und läßt das Ganze anhaltend kochen. Dieses Würzekochen hat einen vierfachen Zweck: 1. Dient es zum Konzentriren der Würze in Folge der Verdampfung; 2. bewirkt es eine Klärung der Flüssigkeit, indem das Albumin (Pflanzeneiweiß) theils durch die Siedhitze, theils durch die Bestandtheile des Hopfens koagulirt und dabei zugleich auch andere in der Würze aufgeschwemmte, sie trübende Theile in Form eines flockigen Niederschlags abscheidet; 3. werden die löslichen Theile des Hopfens ausgezogen, und 4. endlich geht selbst im Anfange des Kochens die Zuckerbildung aus dem in der Würze enthaltenen Gummi noch fort, bis bei fortgesetztem Sieden das Diastas seine Wirkung verliert, und sich in unlöslichen Flocken abscheidet. Die Kochung wird je nach der Biersorte länger oder weniger lange fortgesetzt; im Allgemeinen läßt man etwa ein Sechstel des Wassers verdampfen. Man erkennt den Zeitpunkt, wo die Kochung unterbrochen werden muß, daran, daß sich das Albumin in bestimmten größeren Flocken ausgeschieden hat, die sich beim Aufhören des Siedens am Boden des Kessels ansammeln, während die überstehende Würze ganz klar wird. Die Zeit des Kochens kann im Allgemeinen auf 1 bis 2 Stunden festgestellt werden, doch kommen auch hierin Abweichungen vor; so z. B. dauert in den belgischen Brauereien die Kochung 10 bis 15 Stunden.

Die hierzu dienenden Braukessel (im Falle sie rund) oder Pfannen (falls sie viereckig sind) werden fast immer von Kupfer-, nur in seltenen Fällen von Eisenblech genommen, und müssen beim Gebrauch im Innern sehr rein und blank gehalten werden. Viereckige und zwar quadratische Pfannen, deren Tiefe bei kleineren etwa gleich der halben Seitenlänge,

bei großen verhältnißmäßig kleiner genommen wird, sind am meisten gebräuchlich. Die Pfanne wird so eingemauert, daß sie bis zur halben Höhe vom Feuer umspielt, in der oberen Hälfte dagegen mit Mauerwerk fest umgeben, und dadurch gegen die direkte Einwirkung der Hitze geschützt ist.

Fig. 118 zeigt eine Braupfanne (nach Schubarth), bei welcher die oben erwähnte Einrichtung getroffen ist, die Darre mit heißer Luft zu speisen,

118



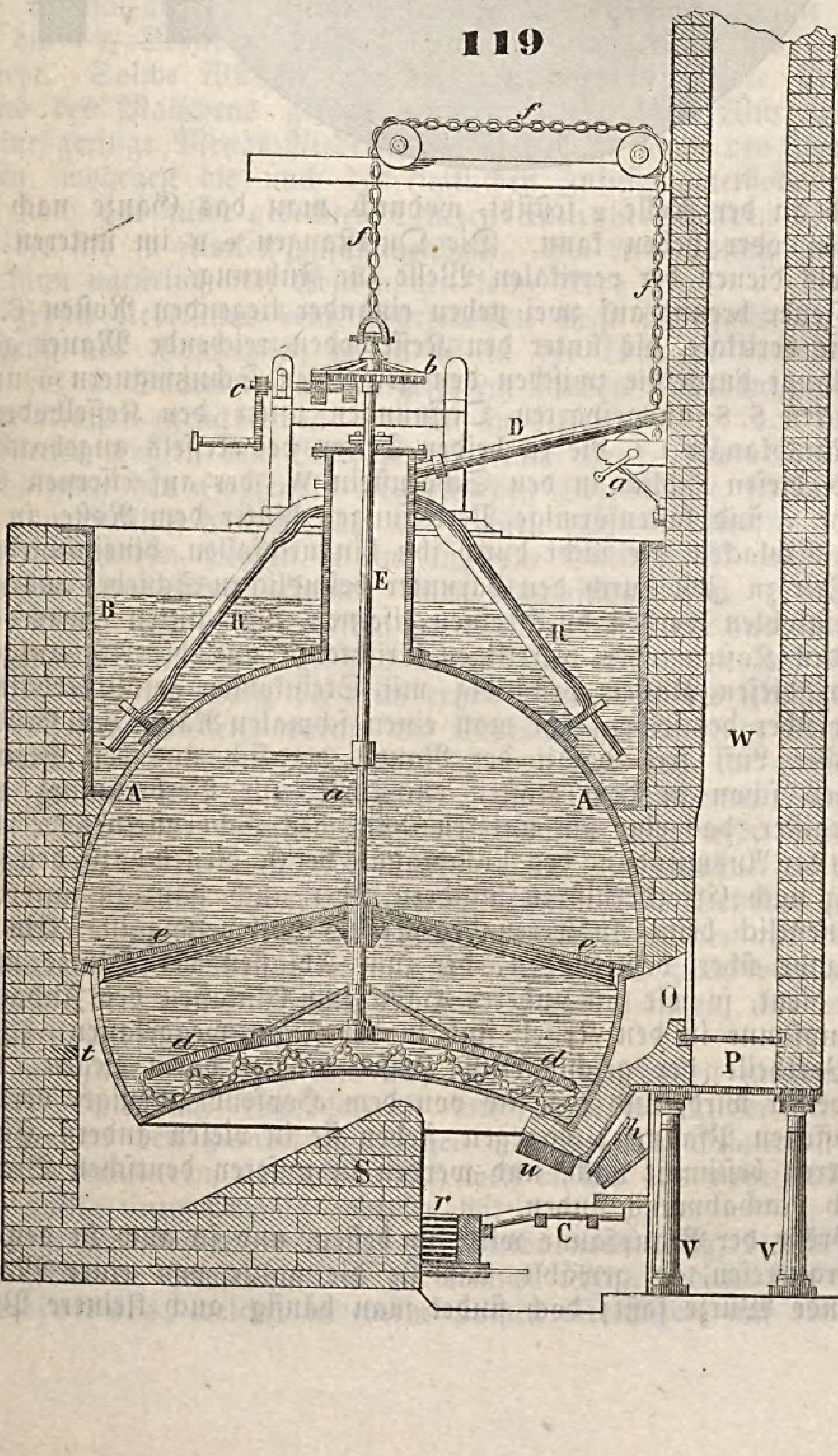
indem diese Luft die hohlen Stäbe des Rostes durchzieht. a die kupferne Pfanne am oberen Rande mit einem Kranz von Eichenholz eingefaßt; sie ruht auf den gemauerten Pfeilern b, b und wird in der unteren halben Höhe von Rauchkanälen c umschlossen, deren jeder die Hälfte der Pfanne umgibt, so daß die bei c aufsteigende Feuerluft sich nach beiden Seiten vertheilt, und bei d wieder vereinigt, um von hier aus durch den Kanal e nach der Darre zu den schlangenförmigen Wärmröhren zu gelangen. Ein Schieber n hat den Zweck, die Oeffnung der beiden Rauchkanäle so zu reguliren, daß jede Seite der Pfanne gleich stark erhitzt wird. Der Rost wird durch die hohlen Stäbe m gebildet, deren Höhlungen mit den Luftkanälen i und o kommuniziren, so daß die äußere kalte Luft durch den Kanal g, g zuerst nach i gelangt, sich hier theilt, um durch die Roststäbe zu strömen, sodann in o sich wieder vereinigt, und durch zwei Kanäle r, von welchen in der Zeichnung nur der eine durch punktirte Linien angedeutet ist, nach der Darre abzieht. Die Luftkanäle i und o sind oben durch eiserne Deckplatten geschlossen.

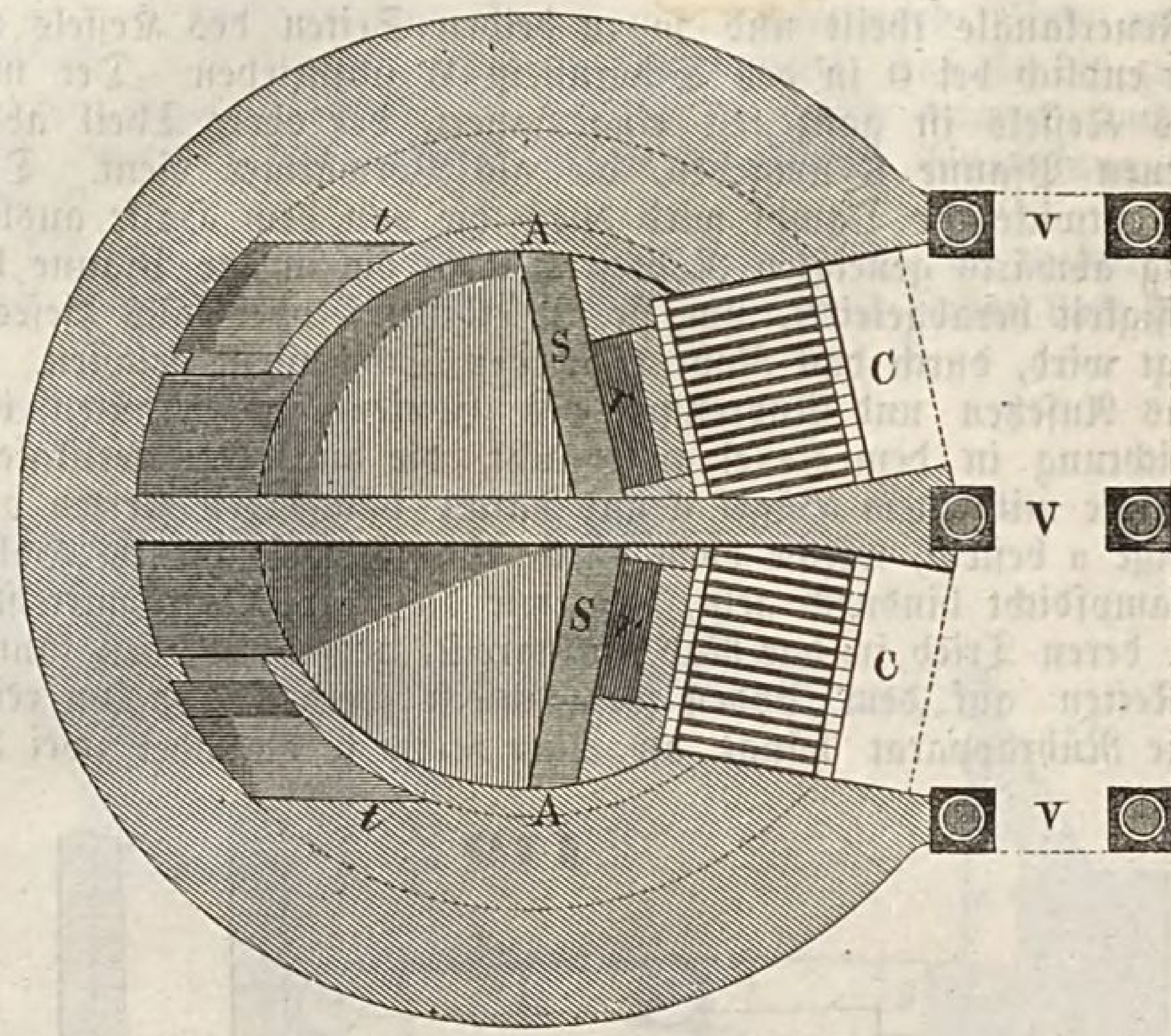
In den englischen Brauereien findet man meistens geschlossene Braukessel von der in Fig. 119 und 120 abgebildeten Einrichtung, deren erstere einen vertikalen Durchschnitt des Ganzen, die zweite einen horizontalen Durchschnitt der Feuerung darstellt. Der Kessel A hat eine fast kugelförmige Gestalt, mit Ausnahme des Bodens, der konkav ist, und enthält oben einen zylindrischen Hals E, der zur Aufnahme und Fortleitung des Dampfes dient. Der Boden und der untere Theil der Seitenwände sind größtentheils frei und nur so weit eingemauert, daß die Flamme, nachdem sie unter dem Boden fortgegangen, links bei t aufsteigt, sich hier

in zwei Feuerkanäle theilt und so zu beiden Seiten des Kessels zurückkehrt, um endlich bei O in den Schornstein W abzuziehen. Der mittlere Theil des Kessels ist ganz fest eingemauert, der obere Theil aber mit einer offenen Pfanne B umgeben, die als Vorwärmer dient. Der sich im Kessel entwickelnde Dampf wird durch die von dem Halse auslaufenden, schräg abwärts geneigten Röhren R, R in die in der Pfanne befindliche Flüssigkeit herabgeleitet, um sie zu erhitzen, oder falls dieses nicht beabsichtigt wird, durch das Rohr D in den Schornstein gelassen.

Um das Ansetzen und Anbrennen des Hopfens zu verhüten, ist eine Rührvorrichtung in dem Kessel angebracht, die aus einer vertikalen, am unteren Ende mit einem Bügel d und daran hängenden Ketten versehenen Stange a besteht, welche oben durch eine Stopfbüchse im Halse des Kessels dampfdicht hindurch geht, und, wie die Figur zeigt, mittelst einer Kurbel c, deren Trieb in das Rad b eingreift, gedreht werden kann, wobei die Ketten auf dem Boden fortgeschleift werden und ihn reinigen. Der ganze Rührapparat hängt an einer Kette f, die über zwei Rollen

119





läuft und an der Rolle g festsitzt, wodurch man das Ganze nach Belieben senken oder heben kann. Die Querstangen e, e im unteren Theile des Kessels dienen der vertikalen Welle zur Führung.

Das Feuer brennt auf zwei neben einander liegenden Rosten C, C, die durch eine vertikale, bis unter den Kesselboden reichende Mauer getrennt sind; gelangt durch die zwischen den gewölbten Schutzmauern u und den Feuerbrücken S, S ausgesparten Oeffnungen unter den Kesselboden, tritt in die Rauchkanäle t, t, die zu beiden Seiten des Kessels angebracht sind, und aus diesen endlich in den Schornstein W, der auf eisernen Säulen V, V ruht. r sind kastenförmige Vertiefungen hinter dem Roste, in welche man die Schlacken, die nicht durch ihn hindurchfallen, hineinschiebt, um sie von Zeit zu Zeit durch den darunter befindlichen Schieber auszuleeren. Die Steinkohlen werden durch einen eisernen, nach unten etwas verjüngt zulaufenden Kasten oder viereckigen Trichter h auf die Art aufgegeben, daß man diesen Kasten beständig mit Steinkohlen gefüllt erhält. Unmittelbar über demselben läßt man einen schmalen Raum zum Eindringen von frischer Luft frei, damit der Rauch, der sich aus den Steinkohlen zum Theil schon in dem Kasten entwickelt, zur Verbrennung gelangt. Zwei Register, das eine am unteren Ende des Schornsteines bei P, das andere in der Ausmündung des Rauchkanals bei O, dienen dazu, den Zug der Feuerung nach Erforderniß zu mindern, oder auch ganz zu unterbrechen, was namentlich beim Ausleeren des Kessels nothwendig ist. Ein weiter Hahn, nahe über dem Boden, der zum Ablassen der Würze und des Wassers dient, so wie ein anderer Hahn zum Einlassen des Inhaltes der Vorwärmpfanne in den Kessel, sind in der Figur weggelassen.

Die Vortheile der geschlossenen Kessel mögen darin liegen, daß die Würze heißer wird, und daß sich von dem Hopfenöl weniger verflüchtigt als in offenen Pfannen; dagegen stehen sie in vielen andern Hinsichten den letzteren bestimmt nach, und werden in unseren deutschen Brauereien schwerlich Nachahmung finden.

Die Größe der Braupfanne wird am besten, und so auch in den baierischen Brauereien, so gewählt, daß sie die ganze von einer Maischung herrührende Würze faßt; doch findet man häufig auch kleinere Pfannen.

Zweckmäßig ist es, außer der großen Braupfanne noch eine kleinere Beipfanne zu haben, welche dann ihren Platz unmittelbar neben der Hauptpfanne findet, und zum Nachbier und Wasserhitzen dient.

Nachdem die Würze in die Pfanne gebracht und zum Kochen erhitzt worden, gibt man die nöthige Menge Hopfen hinzu, welcher entweder mit den Händen, oder zweckmäßig mit einer eigenen kleinen Maschine zerrissen worden ist. Die Menge des Hopfens hängt natürlich ganz von der zu brauenden Biersorte ab, bedingt übrigens nicht allein den Geschmack, sondern auch die Haltbarkeit des Bieres, denn stark gehopfte Biere halten sich am längsten. Bei dem baierischen Sommerbier kommen auf je 100 Pfund Schrot 2 Pfund Hopfen, bei Winterbieren nur etwa die Hälfte.

Je länger die Kochung fortgesetzt wird, desto haltbarer wird das Bier, wegen der vollständigeren Abscheidung der gerinnbaren stickstoffhaltigen Bestandtheile; dagegen geht bei längerem Kochen auch mehr Hopfenöl durch Verflüchtigung verloren, weßhalb den lange gekochten Bieren das feinere Aroma abgeht. Beim bairischen Winterbier wird die Kochung nur 1 bis 1½ Stunden, beim Sommerbier dagegen 2 bis 3 Stunden fortgesetzt. Solche Würzen, wie die zum bairischen Biere, welche schon während des Maischens gekocht wurden, geben beim Würzekochen nur noch eine geringe Menge Niederschlag, so daß sie kaum des Abschäumens bedürfen, wogegen die nach der englischen Infusionsmethode erzeugten, vorher noch gar nicht gekochten Würzen einen bedeutenden Niederschlag geben, der sich zu Flocken zusammenballt. Bei Anwendung geschlossener Kessel kann natürlich von Abschäumen keine Rede sein.

Ein großer Uebelstand beim Würzekochen liegt jedenfalls in der Verflüchtigung des Hopfenöls, ja es ist in der That zu bewundern, daß nach 2 bis 3 Stunden lang fortgesetztem Kochen überhaupt noch Spuren von Aroma zurückbleiben; es hat in dieser Hinsicht das Kochen in verschlossenen Kesseln den Vortheil auf seiner Seite. Unter verschiedenen, die Erhaltung des Hopfenöls bezweckenden Vorschlägen scheint der folgende, von Balling herrührende, am meisten empfehlenswerth.

Man bringt den Hopfen in eine kupferne Destillirblase von der Größe, daß sie für jedes Pfund Hopfen einen Rauminhalt von ½ bis ¾ Kubikfuß enthält, und übergießt ihn mit noch heißer Würze aus dem Maischbottig, arbeitet ihn damit gehörig durch, setzt den Helm auf die Blase, und erhitzt sehr vorsichtig, da beim ersten Aufwallen die Flüssigkeit leicht überschießt, zum Kochen; worauf die Destillation eine halbe Stunde fortgesetzt wird. Das übergehende Destillat, welches fast die ganze Menge des Hopfenöls enthält, wird in einer wohlverschlossenen Flasche aufbewahrt, die in der Blase rückständige Würze aber nebst dem Hopfen durch die am Boden befindliche Röhre in die Braupfanne zu der darin bereits zum Sieden erhitzten Würze gelassen. Das Destillat fügt man später, nach beendigter Hauptgährung, dem Biere wieder zu. Es schon beim Beginn der Gährung zuzusetzen, würde den Zweck vereiteln, weil der größte Theil des Hopfenöls sich an die Hefe hängen, und mit dieser ausgestoßen werden würde.

Den mehrfach gemachten und hier und da im Großen zur Ausführung gebrachten Vorschlag, Hopfenextrakt und Hopfenöl anzufertigen, um sie als Waare in den Handel zu bringen und bei der Brauerei statt des Hopfens zu verwenden, übergeben wir, weil er sich aus mehrfachen Gründen als völlig unzweckmäßig erwiesen hat.

Nachdem die Kochung beendigt ist, bleibt noch übrig, die Würze von den ausgekochten Hopfenblättern zu trennen. Man bedient sich dazu des Hopfenseihers, welcher in einem flachen viereckigen, auf vier Beinen

ruhenden Kasten von Holz, oder besser von Eisenblech besteht, dessen Boden und Seitenwände mit kleinen Löchern siebartig durchbrochen sind. Man stellt denselben auf das Kühlschiff, und läßt die kochende Würze durch eine Rinne hinein. Da die in dem Kasten zurückbleibenden Hopfenblätter noch eine beträchtliche Menge Würze zurückhalten, so ist es zweckmäßig, ihn mit einer Presse zu versehen. Man bedeckt zu dem Ende die Hopfenrückstände mit einer starken hölzernen Bohle, und preßt diese durch zwei kräftige Schrauben herunter.

c) Das Kühlen der Würze. Um die so weit fertige Würze dem nächsten Hauptprozesse, der Gährung, übergeben zu können, muß sie bis zu der für die Gährung geeigneten Temperatur abgekühlt und dieses, um das Sauerwerden zu vermeiden, so schnell wie möglich ausgeführt werden.

Die älteste und einfachste Methode mittelst der Kühlschiffe oder Kühlstöcke hat bisher mit allen künstlichen Kühlvorrichtungen siegreich den Kampf bestanden, und schwerlich dürfte, vielleicht mit Ausnahme Englands, eine Brauerei zu treffen sein, welche sich nicht der Kühlschiffe bediente.

Dieselben bestehen in großen viereckigen, sehr flachen, aus starken Bohlen zusammengesetzten Kästen, deren Rand etwa 4 bis 5 Zoll hoch ist. Man bringt sie an einem Orte der Brauerei an, der einem möglichst starken Luftzuge ausgesetzt ist, am besten außerhalb des Gebäudes unter einem Dache zur Abhaltung des Regens. Eine sehr zweckmäßige Lage für die Kühlschiffe bietet oft der Zwischenraum zwischen zwei getrennten Gebäuden, wenn dieser Zwischenraum den herrschenden Winden ausgesetzt ist. Innerhalb des Braulokales können die Kühlschiffe nur dann mit Vortheil angebracht werden, wenn es möglich ist, durch Oeffnen vieler Fenster einen sehr lebhaften Luftwechsel zu erzeugen und den in außerordentlicher Menge von der kochenden Würze sich erhebenden Dampf auf's Schnellste abzuführen, und durch frische Luft zu ersetzen. Denn die Kühlung der Würze auf den Kühlschiffen erfolgt fast ganz allein durch die Verdampfung, da, wie in dem Artikel Abdampfen ausführlicher gezeigt ist, jede Verdampfung in Folge der in den gebundenen Zustand übergehenden Wärme mit einer Abkühlung verbunden ist. Alle Mittel also, welche die Verdampfung beschleunigen — und zu ihnen gehört vornehmlich ein kräftiger Luftzug, so wie eine möglichst große Oberfläche — befördern auch die Abkühlung, ja, die Abkühlung kann selbst bis unter die Temperatur der umgebenden Luft sinken. Gerade zur Erzeugung einer großen Oberfläche ist es nöthig, die Würze in einer ganz niedrigen, höchstens 2 Zoll hohen Schicht auszubreiten. Die Verdampfung ist dabei so stark, daß erfahrungsmäßig der zehnte bis selbst der achte Theil verdampft, so daß außer der Kühlung noch der Nebenvortheil einer beträchtlichen Konzentration der Würze erreicht wird. — Feuchter Zustand der Luft ist der Verdampfung nachtheilig, weßhalb bei neblicher Witterung und Windstille, selbst bei übrigens kalter Luft, die Kühlung sehr langsam erfolgt. Mit großem Erfolg kann man sich eines Ventilators bedienen, um über die Oberfläche der Würze einen kräftigen Luftzug zu treiben. (Ueber die Einrichtung des Ventilators oder Zentrifugalgebläses ist der Artikel Metallurgie nachzusehen). Andere Kühlmethoden, so z. B. der Wagenmann'sche Kühlapparat (m. s. Abkühlung), das Hindurchleiten der Würze durch eine lange Röhre, welche durch einen äußerlich in entgegengesetzter Richtung fließenden Strom kalten Wassers abgekühlt wird, konnten sich bisher nicht Bahn brechen, theils wegen der schwierigen Reinigung, die für die gute Beschaffenheit und Haltbarkeit des Bieres von

so außerordentlicher Wichtigkeit ist, theils der zu ihrer Benutzung erforderlichen mechanischen Kraft, theils auch des benöthigten kalten Wassers wegen.

Die Würze setzt beim ruhigen Stehen im Kühlschiff einen geringen Niederschlag ab, der zum Theil aus feinen Flöckchen einer koagulirten Verbindung von Eiweiß und Gerbstoff besteht. Nach der Kühlung muß sie vollkommen klar erscheinen, widrigenfalls auch das Bier nicht klar wird.

4. Gährung der Würze.

Nachdem auf den Kühlschiffen die Temperatur der Würze so weit gesunken ist, wie sie die beabsichtigte Gährung erfordert, bringt man sie in die Gährbottige.

Wir müssen hinsichtlich der Gährungserscheinungen auf den Artikel **Gährung** verweisen, und uns nur auf wenige, zum Verständniß des Folgenden unerläßliche Bemerkungen beschränken.

Die Wein- oder geistige Gährung ist ein in zuckerhaltigen Flüssigkeiten eintretender Zersetzungsprozeß, wobei die Bestandtheile des Zuckers sich zu neuen Verbindungen, **Alkohol** und **Kohlensäure**, vereinigen, von welchen der erstere in der gegohrenen Flüssigkeit verbleibt und ihr den geistigen Geschmack und die berauschende Wirkung ertheilt, die letztere dagegen zum Theil als Gas entweicht, zum Theil in der Flüssigkeit bleibt und ihr die Eigenschaft verleibt, zu schäumen. Zum Eintritt und zur Fortdauer der Gährung sind die folgenden Bedingungen unerläßlich: 1. Das Vorhandensein von Zucker; 2. gehöriger Grad der Verdünnung, da eine konzentrirte Zuckerlösung nicht in Gährung gebracht werden kann; 3. die Gegenwart von Hefe oder Ferment, durch dessen zum Theil noch räthselhafte Einwirkung die Zersetzung des Zuckers veranlaßt wird; 4. eine geeignete Temperatur, welche jedenfalls noch einige Grade über dem Gefrierpunkte sein sollte.

Ist also eine zuckerhaltige Flüssigkeit, in unserem Falle die Bierwürze, mit Hefe versetzt, so tritt die Zersetzung schneller oder langsamer, je nach der Temperatur und der Beschaffenheit der Hefe ein, wobei sich die Würze trübt und durch Gasentwickelung in eine innere Bewegung geräth, während sich auf der Oberfläche eine Schaumdecke sammelt.

Nachdem diese Gährungserscheinungen eine Zeit lang kräftig fortgedauert haben, lassen sie allmälig nach, ohne jedoch ganz aufzuhören.

Zur Bezeichnung der verschiedenen Stadien werden die Ausdrücke „**erste oder rasche Gährung**“ und „**Nachgährung**“ gebraucht; auch ist für den letzten unmerklichen Verlauf der Nachgährung wohl der Ausdruck **stille** Gährung vorgeschlagen, obwohl eine scharfe Grenze zwischen diesen Stadien nicht existirt. Da bei der Nachgährung die Entwickelung der Kohlensäure nur langsam fortschreitet, da ferner durch Zersetzung des Zuckers und Bildung von Alkohol die zähe dickflüssige Beschaffenheit der Würze einer mehr dünnflüssigen Platz macht, auch das spezifische Gewicht sich vermindert, so setzen sich die trübenden Theile ab, die Flüssigkeit klärt sich, und ist nun zum Gebrauche als fertiges Bier bereit.

Es ist durchaus zu empfehlen, und bei allen besseren Biersorten üblich, die beiden Hauptstadien der Gährung in besonderen Gefäßen zu veranstalten, das Bier also nach überstandener erster Gährung, und sobald es sich geklärt hat, aus den Gährbottigen auf Fässer zu füllen. In diesen Lagerfässern schreitet nun die Gährung noch fort, der süße Geschmack verliert sich immer mehr, während der Gehalt an Alkohol wächst und zugleich das spezifische Gewicht sich vermindert. Die sich ebenfalls noch fortentwickelnde Kohlensäure kann, so lange das Bier auf Fässern liegt, sich nicht in erheblicher Menge sammeln, weil sie durch die Poren des

Holzes und den undichten Verschluß des Spundloches entweicht, daher ein auf Fässern lagerndes Bier stets nur wenig schäumt. Daß sich in dem auf Flaschen gezogenen Bier eine weit größere Menge Kohlensäure sammelt, ist allgemein bekannt.

Man unterscheidet die Gährung, je nachdem sich die Hefe auf der Oberfläche sammelt oder unten am Boden ablagert, in Ober- und Untergährung, deren Entstehung der Brauer in seiner Gewalt hat. Indem wir auch hier auf den Artikel Gährung verweisen, bemerken wir nur kurz, daß die Obergährung vorzugsweise bei höherer Temperatur (15 bis 18°), die Untergährung bei niederer Temperatur (5 bis 10°) Statt findet, daß man aber, um die eine oder andere einzuleiten, die Würze mit Ober- oder Unterhefe, d. h. mit solcher Hefe, die durch Obergährung, oder solcher, die durch Untergährung entstanden ist, stellen, d. h. anmischen muß.

Während nun die der Würze zugesetzte Hefe durch die Gährung ihre Wirksamkeit verliert, wird der in der Würze aufgelöst enthaltene Pflanzenleim in neue Hefe umgewandelt, welche sich in Gestalt eines gelblich weißen Schlammes entweder auf der Oberfläche oder am Boden absetzt. Die Untergährung verläuft langsamer als die Obergährung, sie bedingt daher eine vollständigere Abscheidung des Pflanzenleimes aus der Würze, das Bier wird klarer und daher weit haltbarer, so daß fast alle besseren Lagerbiere, mit Ausnahme der englischen, auf Untergährung gebraut werden, wogegen die wenig haltbaren und selten ganz klaren Weißbiere Produkte der Obergährung sind.

Wir werden mit der Untergährung, welcher die edleren, sich immer mehr verbreitenden, nach dem bairischen Verfahren dargestellten Bitterbiere ihre Entstehung verdanken, den Anfang machen.

Als Gährlokal muß ein Raum ausgewählt werden, dessen Temperatur möglichst wenig dem äußeren Temperaturwechsel unterliegt, und der sich auf einer mittleren Temperatur von 12 bis 15° erhält.

Die Gährbottige, gewöhnlich ovale, nach oben sich ein wenig verengende, offene, hölzerne Gefäße werden von solcher Größe gewählt, daß sie etwa 120 Kubikfuß Inhalt besitzen. Kleinere Bottige sind nicht zu empfehlen, weil in ihnen die Gährung selten regelmäßig vorschreitet; größere aber aus dem Grunde, weil sich bei der Gährung die Temperatur in Folge der chemischen Prozesse bis zu einem nachtheiligen Grade erhöht. Nur im strengen Winter, wo das Gährlokal bedeutend abkühlt, sind größere Bottige empfehlenswerth.

Man füllt diese Bottige etwa bis zu neun Zehntheilen ihrer Höhe mit der gekühlten Maische und fügt die nöthige Menge Hefe hinzu, indem man dieselbe mit einer kleinen Menge Würze durch mehrfaches Umgießen auf's Innigste vermischt, und diese schäumige Mischung der übrigen Würze zusetzt, und damit stark durchrührt. Die erfahrungsmäßig angemessenste Menge zuzusetzender Hefe ist ½ bis ¾ Raumprozent der Würze. Die Gährung tritt nun während der ersten 12 Stunden allmälig ein, und gibt sich durch einen auf der Oberfläche erscheinenden leichten Schaum zu erkennen, welcher sich nach und nach vermehrt. Nach Verlauf der ersten 24 Stunden pflegt das sogenannte Kräusen einzutreten, indem der Schaum sich streifenweise vom Rande des Bottigs nach der Mitte zu fortschiebt. Nachdem diese Erscheinung etwa drei Tage fortgedauert, bildet sich eine mehr zusammenhängende Schaumlage, welche sich beim Nachlassen der Gährung allmälig vermindert, und zuletzt nur eine aus feinen Flocken bestehende bräunliche Haut zurück läßt, während sich die Hefe zu Boden begibt und die Flüssigkeit sich klärt.

5. Nachgährung und Aufbewahrung.

Die Beendigung der ersten Gährung pflegt nach Verlauf von etwa 10 Tagen einzutreten, wo dann das Jungbier fässig, d. h. zum Abzapfen auf die Lagerfässer zum Zwecke der Nachgährung geeignet ist.

Das Fassen des Jungbieres muß mit Vorsicht geschehen, so daß weder die am Boden abgelagerte Hefe, noch auch die auf der Oberfläche schwimmende schäumige Haut in das Lagerfaß gelangt. Die zur Aufnahme der bairischen Biere bestimmten Lagerfässer werden mit Pech ausgegossen, welches zum Theil der Reinlichkeit wegen, zum Theil in der Absicht geschieht, die Poren des Holzes zu verstopfen, und das zu leichte Entweichen der Kohlensäure zu verhindern, zum Theil auch wohl, um den diesen Bieren eigenthümlichen, etwas pechartigen Geschmack zu erzielen.

Von großer Wichtigkeit ist bekanntlich ein recht kühler, selbst im Sommer sich nicht erwärmender Keller, den man im Winter durch häufige Lüftung, im Sommer wohl noch durch Eis abkühlt. Wo die Lokalität es erlaubt, wendet man in natürlichen Felsen gehauene, sonst gemauerte Keller an. Anstatt das Eis in den Keller selbst zu legen, ist es weit zweckmäßiger, einen besonderen Eiskeller unmittelbar neben dem Bierkeller und in gleicher Höhe mit ihm anzulegen, und beide durch eine beliebig zu vergrößernde oder zu verkleinernde Oeffnung zu verbinden. Mit Benutzung von Thermometern ist man dann im Stande, die Temperatur des Bierkellers stets, selbst im Sommer, gleichmäßig auf etwa 5 bis 6° C. zu erhalten.

Auf Obergährung gebraute Biere. Die Biersorten dieser Art unterscheiden sich von den vorhergehenden hauptsächlich durch einen mehr süßlichen Geschmack, häufig auch durch Mangel vollkommener Klarheit. Da man von ihnen in der Regel keine lange Haltbarkeit verlangt, so verwendet man zu ihnen schwach gedarrtes Malz (daher ihre helle Farbe) und wenig Hopfen (daher der wenig bittere Geschmack).

In vielen Gegenden des nördlichen Deutschlands ist es Gebrauch, diese Biere zu verkaufen während sie noch in der ersten stürmischen Gährung begriffen sind, so daß alles Uebrige vom Konsumenten besorgt wird. Um eine schnell eintretende Gährung zu erzielen, wird die Würze nur bis auf 18 oder 25° C gekühlt, und sodann in dem Stellbottig mit 1½ Prozent Oberhefe vermischt, worauf die Gährung bald beginnt. Es sammelt sich ein rahmartiger Schaum auf der Oberfläche, und gewöhnlich nach Verlauf von 2 Tagen wird das Bier entweder an die Abnehmer verkauft, oder in der Brauerei selbst auf andere Fässer gebracht, in welchen es noch einige Tage der Nachgährung bei geöffnetem Spundloche überlassen bleibt. Wird es nun auf Flaschen oder Krüge gezogen, so erscheint es ziemlich klar und kann auch in einem recht kühlen Keller ohne zu verderben mehrere Wochen aufbewahrt werden. Häufig wird das von der Brauerei bezogene, noch in der ersten Gährung begriffene Bier sofort auf Krüge gezogen, welche man zur Beendigung der Hauptgährung bis zum nächsten Tage geöffnet stehen läßt, und nun erst verkorkt. Bei diesem Verfahren erhält man ein nur wenige Tage haltbares, stark moussirendes, trübes Bier von süßem Geschmack, welches eben dieses angenehm süßen Geschmackes, zugleich auch des weit niedrigeren Preises wegen in vielen Gegenden sehr beliebt ist. Haltbarer schon sind die ebenfalls auf Obergährung gebrauten Märzbiere, welche, langsamer und vollständiger ausgegohren, sich zur Aufbewahrung eignen, deßhalb schon als Lagerbier gelten können. Um die Gährung zu mäßigen, wird die Würze bis auf 10 bis 15° C. gekühlt, (weßhalb diese Biere auch nicht wohl im Sommer gebraut werden

können) und die erste Gährung in demselben Bottig zu Ende geführt, wozu etwa 6 bis 8 Tage erforderlich sind. Das Bier wird nun auf andere, ebenfalls in dem Gährlokal liegende Fässer gezogen, welche ganz gefüllt so lange liegen bleiben, bis sich das Bier geklärt hat, worauf es dann in die Lagerfässer gezogen wird, die in einem recht kühlen Keller, dessen Temperatur nicht über 6° C. betragen sollte, liegen.

Die Zahl verschiedener, in verschiedenen Gegenden gebräuchlichen Biersorten ist sehr groß, und kann in's Unendliche variiren, je nachdem das relative Mengenverhältniß der Bestandtheile sich ändert. Die Darrung des Malzes bedingt eine hellere oder dunklere Farbe des Bieres und einen weniger oder mehr bitterlich brenzlichen Geschmack, so daß selbst ohne allen Hopfen, bloß aus stark gedarrtem Malz ein hinlänglich bitteres Bier gebraut werden kann. War die Gährung schnell und unvollständig, so resultirt ein süßes, dagegen aber wenig geistiges Bier, wogegen alte, langsam vergohrne Biere wenig süß, aber stark im Alkoholgehalte sind. Die Menge und Qualität des angewandten Hopfens bedingt den bitter-aromatischen Geschmack; der Gehalt an Zucker und Gummi eine mehr oder weniger dickflüssige Konsistenz. Einige Biere, so z. B. das berühmte belgische Faro, sind im normalen Zustande entschieden sauer, nichts destoweniger aber in ihrem Vaterlande sehr beliebt.

Nicht unzweckmäßig ist die von Otto vorgeschlagene Unterscheidung in substanziöse und trockne Biere; letzterer Ausdruck nach Analogie der sogenannten trocknen Weine (vino secco, Sekt). Solche Biere nämlich, welche reich an Zucker und Gummi, oder, um alle festen Bestandtheile mit einem Worte zusammen zu fassen, reich an Malzertrakt sind, können substanziös; jene dagegen, welche wenig Ertrakt, dagegen viel Alkohol enthalten, deren Würze also reich an Zucker war, welcher aber durch anhaltende Gährung in Alkohol und Kohlensäure zersetzt wurde, also die mehr weinartigen Biere, können trocken genannt werden. Zu den letzteren gehört vornehmlich das bairische Bier; als Prototyp der ersteren kann die bekannte Braunschweiger Mumme aufgestellt werden, ein dunkelbraunes, stark moussirendes, sehr süßes Bier von fast syrupartiger Konsistenz.

6. Untersuchung des Biers.

Die Untersuchung der Biere bezweckt vornehmlich die Bestimmung der Quantität seiner Bestandtheile, denn über die Qualität können chemische Mittel nicht entscheiden; ja selbst Verfälschungen durch bittere Surrogate anstatt des Hopfens, z. B. Quassia u. dgl. sind leider zur Zeit noch nicht mit einiger Sicherheit nachzuweisen, und der Geschmack bleibt in dieser Beziehung das einzige Kriterium.

Die quantitative Untersuchung bezweckt die Bestimmung des Gehaltes an Alkohol und an Malzertrakt, wobei dieses letztere selten weiter in seine Bestandtheile, Gummi, Zucker, Mucin, Hopfenbitter, Salze, zerlegt wird. Wir werden aber sehen, daß durch genaue Bestimmung des Alkohol- und Ertraktgehaltes die Möglichkeit gegeben ist, auch die Menge des in der ungegohrnen Würze enthalten gewesenen Malzertrakts durch Rechnung zu finden; und gerade diese letztere Bestimmung ist die zur Kontrolirung des Braubetriebes wichtigste.

Die älteste Untersuchungsart ist die mittelst der Bierwage, eines Aräometers, welches das spezifische Gewicht anzeigt. So bequem und sicher auch, wie oben gezeigt wurde, das Saccharometer bei Prüfung der Würze ist, so kann es dagegen direkt zur Untersuchung des gegohrnen Biers nicht mehr dienen, weil sich durch Zersetzung des Zuckers und Bildung von Alkohol das spezifische Gewicht vermindert, ja es läßt

sich denken, daß ein Bier das spezifische Gewicht des reinen Wassers hätte, und dennoch sehr stark wäre.

Eine zweite Methode ist die von Fuchs, von ihm die hallimetrische genannt. Sie beruht auf der Voraussetzung, daß die Menge Kochsalz, welche von einer bestimmten Menge Bier aufgelöst wird, sich nur nach der in dem Bier enthaltenen Wassermenge richtet: 1000 Gran Bier werden auf 30° R. erwärmt und mit 330 Gran Salz geschüttelt, und die Menge des ungelöst gebliebenen Salzes durch Messung in einem graduirten Maßgläschen, dem Hallimeter, bestimmt. Da nun erfahrungsmäßig 100 Theile Wasser bei 30° R. 36 Theile Salz auflösen, so ergibt sich aus dem gelösten Salz die Menge des im Bier enthaltenen Wassers, also auch die Summe des Extraktes und Alkohols. Einer zweiten Portion des Biers wird durch Einkochen bis genau zur Hälfte aller Alkohol entzogen, sodann die rückständige Hälfte mit 180 Gran Salz geschüttelt und der Rückstand bestimmt. Aus den so gefundenen Mengen des aufgelösten Salzes berechnet sich dann die Menge des Extraktes. Zur Ersparung der Berechnung ist eine Tabelle gegeben. — Das hallimetrische Verfahren wird unseres Wissens nie mehr angewandt.

Eine dritte, von Steinheil erfundene optische Prüfungsart, welche sich auf das durch den verschiedenen Gehalt an Alkohol und Extrakt modifizirte Lichtbrechungsvermögen gründet, und ein ziemlich kostbares Instrument voraussetzt, ist ebenfalls nicht in wirklichen Gebrauch gekommen.

Die genaueste, freilich aber nur durch einen in chemischen Arbeiten geübten Experimentator ausführbare Methode besteht darin, eine gewogene, nicht zu kleine Menge des Biers in einer Retorte zu destilliren, bis etwa ein Drittel übergegangen ist, in welchem sich der ganze Alkoholgehalt befindet. Das Destillat, genau gewogen und auf sein spezifisches Gewicht untersucht, gibt den Gehalt an Alkohol. Die in der Retorte rückständige Flüssigkeit in einer gewogenenen Porzellanschale vorsichtig zur Trockne eingedampft, gibt den Extraktgehalt.

Weit leichter und schneller ausführbar ist die von Balling erfundene Prüfungsart, von ihm so genannte saccharometrische Bierprobe, von welcher wir in gedrängter Kürze eine Beschreibung geben werden.

Nachdem durch Schütteln und mehrmaliges Umgießen dem Bier die Kohlensäure entzogen worden, bestimmt man entweder mit dem Aräometer (Saccharometer) oder genauer mittelst eines Tausendgranglases das spezifische Gewicht des Biers. Hierauf wird dasselbe in einer Schale zur Austreibung des Alkohols ungefähr bis zur Hälfte eingekocht, sodann durch Zusatz von Wasser wieder genau bis zu seinem anfänglichen Gewichte verdünnt, und von der so gewonnenen Flüssigkeit das spezifische Gewicht abermals bestimmt, welches nun etwas größer ausfallen muß, da der Alkohol, welcher bedeutend leichter als Wasser, jetzt entfernt ist. Aus der Differenz beider Zahlen findet man durch Berechnungen und mit Hülfe von Tabellen den Gehalt an Alkohol und an Extrakt.

Da nun ferner durch eigens zu dem Zweck von Balling angestellte Versuche dargethan ist, daß bei der Gährung des Malzextraktes gerade die Hälfte seines Gewichtes Alkohol entsteht, so berechnet sich umgekehrt aus dem gefundenen Alkoholgehalte durch Verdoppelung seiner Gewichtsmenge die zu seiner Bildung nöthig gewesene Menge an Malzextrakt, und diese zu der noch vorhandenen addirt, gibt den ganzen Malzextraktgehalt der Würze vor der Gährung.

Das von Balling vorgeschriebene Instrument, Saccharometer,

ist, wie schon angeführt, ein sehr empfindliches, also selbst kleine Unterschiede noch anzeigendes Aräometer, dessen Skale direkt den Gehalt an Zucker oder Malzextrakt, welche beide sich hinsichtlich des spezifischen Gewichtes ihrer Auflösung gleich verhalten, in Gewichtprozenten angibt. Wenn man also auch, in Ermangelung eines solchen Saccharometers, das spezifische Gewicht auf andere Art, z. B. mittelst des Tausendgrangläschens, oder mittelst eines allgemeinen Aräometers bestimmt, so muß man doch, um die Balling'schen Tabellen brauchen zu können, das spezifische Gewicht in Graden des Saccharometers ausdrücken.

Zu diesem Zweck dient die folgende Tabelle:

Tabelle zur Reduktion des spezifischen Gewichtes auf Prozente oder Grade des Saccharometers.

Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.	Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.	Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.	Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.
1,0000	0,000	1,0033	0,825	1,0066	1,650	1,0099	2,475
1,0001	0,025	34	850	67	675	1,0100	500
2	050	35	875	68	700	101	525
3	075	36	900	69	725	102	550
4	100	37	925	1,0070	750	103	575
5	125	38	950	71	775	104	600
6	150	39	975	72	800	105	625
7	175	1,0040	1,000	73	825	106	650
8	200	41	025	74	850	107	675
9	225	42	050	75	875	108	700
1,0010	250	43	075	76	900	109	725
11	275	44	100	77	925	1,0110	750
12	300	45	125	78	950	111	775
13	325	46	150	79	975	112	800
14	350	47	175	1,0080	2,000	113	825
15	375	48	200	81	025	114	850
16	400	49	225	82	050	115	875
17	425	1,0050	250	83	075	116	900
18	450	51	275	84	100	117	925
19	475	52	300	85	125	118	950
1,0020	500	53	325	86	150	119	975
21	525	54	350	87	175	1,0120	3,000
22	550	55	375	88	200	121	025
23	575	56	400	89	225	122	050
24	600	57	425	1,0090	250	123	075
25	625	58	450	91	275	124	100
26	650	59	475	92	300	125	125
27	675	1,0060	500	93	325	126	150
28	700	61	525	94	350	127	175
29	725	62	550	95	375	128	200
1,0030	750	63	575	96	400	129	225
31	775	64	600	97	425	1,0130	250
32	800	65	625	98	450	131	275

Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.	Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.	Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.	Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.
1,0132	3,300	1,0176	4,400	1,0221	5,525	1,0266	6,633
133	325	177	425	222	550	267	657
134	350	178	450	223	575	268	681
135	375	179	475	224	600	269	706
136	400	1,0180	500	225	625	1,0270	731
137	425	181	525	226	650	271	756
138	450	182	550	227	675	272	780
139	475	183	575	228	700	273	804
1,0140	500	184	600	229	725	274	828
141	525	185	625	1,0230	750	275	853
142	550	186	650	231	775	276	877
143	575	187	675	232	800	277	901
144	600	188	700	233	825	278	925
145	625	189	725	234	850	279	950
146	650	1,0190	750	235	875	1,0280	975
147	675	191	775	236	900	281	7,000
148	700	192	800	237	925	282	024
149	725	193	825	238	950	283	048
1,0150	750	194	850	239	975	284	073
151	775	195	875	1,0240	6,000	285	097
152	800	196	900	241	024	286	122
153	825	197	925	242	048	287	146
154	850	198	950	243	073	288	170
155	875	199	975	244	097	289	195
156	900	1,0200	5,000	245	122	1,0290	219
157	925	201	025	246	146	291	244
158	950	202	050	247	170	292	268
159	975	203	075	248	195	293	292
1,0160	4,000	204	100	249	219	294	316
161	025	205	125	1,0250	244	295	341
162	050	206	150	251	268	296	365
163	075	207	175	252	292	297	389
164	100	208	200	253	316	298	413
165	125	209	225	254	341	299	438
166	150	1,0210	250	255	365	1,0300	463
167	175	211	275	256	389	301	488
168	200	212	300	257	413	302	512
169	225	213	325	258	438	303	536
1,0170	250	214	350	259	463	304	560
171	275	215	375	1,0260	488	305	584
172	300	216	400	261	512	306	609
173	325	217	425	262	536	307	633
174	350	218	450	263	560	308	657
175	375	219	475	264	584	309	681
		1,0220	500	265	609	1,0310	706

Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.	Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.	Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.	Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.
1,0311	7,731	1,0356	8,828	1,0401	9,925	1,0446	11,000
312	756	357	853	402	950	447	023
313	780	358	877	403	975	448	047
314	804	359	901	404	10,000	449	071
315	828	1,0360	925	405	023	1,0450	095
316	853	361	950	406	047	451	119
317	877	362	975	407	071	452	142
318	901	363	9,000	408	095	453	166
319	925	364	024	409	119	454	190
1,0320	950	365	048	1,0410	142	455	214
321	975	366	073	411	166	456	238
322	8,000	367	097	412	190	457	261
323	024	368	122	413	214	458	285
324	048	369	146	414	238	459	309
325	073	1,0370	170	415	261	1,0460	333
326	097	371	195	416	285	461	357
327	122	372	219	417	309	462	381
328	146	373	244	418	333	463	404
329	170	374	268	419	357	464	428
1,0330	195	375	292	1,0420	381	465	452
331	219	376	316	421	404	466	476
332	244	377	341	422	428	467	500
333	268	378	365	423	452	468	523
334	292	379	389	424	476	469	547
335	316	1,0380	413	425	500	1,0470	571
336	341	381	438	426	523	471	595
337	365	382	463	427	547	472	619
338	389	383	488	428	571	473	642
339	413	384	512	429	595	474	666
1,0340	438	385	536	1,0430	619	475	690
341	463	386	560	431	642	476	714
342	488	387	584	432	666	477	738
343	512	388	609	433	690	478	761
344	536	389	633	434	714	479	785
345	560	1,0390	657	435	738	1,0480	809
346	584	391	681	436	761	481	833
347	609	392	706	437	785	482	857
348	633	393	731	438	809	483	881
349	657	394	756	439	833	484	904
1,0350	681	395	780	1,0440	857	485	928
351	706	396	804	441	881	486	952
352	731	397	828	442	904	487	976
353	756	398	853	443	928	488	12,000
354	780	399	877	444	952	489	023
355	804	1,0400	901	445	976	1,0490	047

Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.	Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.	Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.	Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.
1,0491	12,071	1,0536	13,142	1,0581	14,214	1,0626	15,278
492	095	537	166	582	238	627	302
493	119	538	190	583	261	628	325
494	142	539	214	584	285	629	348
495	166	1,0540	238	585	309	1,0630	371
496	190	541	261	586	333	631	395
497	214	542	285	587	357	632	418
498	238	543	309	588	381	633	441
499	261	544	333	589	404	634	464
1,0500	285	545	357	1,0590	428	635	488
501	309	546	381	591	452	636	511
502	333	547	404	592	476	637	534
503	357	548	428	593	500	638	557
504	381	549	452	594	523	639	581
505	404	1,0550	476	595	547	1,0640	604
506	428	551	500	596	571	641	627
507	452	552	523	597	595	642	650
508	476	553	547	598	619	643	674
509	500	554	571	599	642	644	697
1,0510	523	555	595	1,0600	666	645	721
511	547	556	619	601	690	646	744
512	571	557	642	602	714	647	767
513	595	558	666	603	738	648	790
514	619	559	690	604	761	649	814
515	642	1,0560	714	605	785	1,0650	837
516	666	561	738	606	809	651	860
517	690	562	761	607	833	652	883
518	714	563	785	608	857	653	907
519	738	564	809	609	881	654	930
1,0520	761	565	833	1,0610	904	655	953
521	785	566	857	611	928	656	976
522	809	567	881	612	952	657	16,000
523	833	568	904	613	976	658	023
524	857	569	928	614	15,000	659	046
525	881	1,0570	952	615	023	1,0660	070
526	904	571	976	616	046	661	093
527	928	572	14,000	617	070	662	116
528	952	573	023	618	093	663	139
529	976	574	047	619	116	664	162
1,0530	13,000	575	071	1,0620	139	665	186
531	023	576	095	621	162	666	209
532	047	577	119	622	186	667	232
533	071	578	142	623	209	668	255
534	095	579	166	624	232	669	278
535	119	1,0580	190	625	255	1,0670	302

Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.	Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.	Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.	Spezifisches Gewicht	Diesem entsprechende Sacchar.-Anzeige in Proz.
1,0671	16,325	1,0684	16,627	1,0697	16,930	1,0710	17,227
672	348	685	650	698	953	711	250
673	371	686	674	699	976	712	272
674	395	687	697	1,0700	17,000	713	295
675	418	688	721	701	022	714	318
676	441	689	744	702	045	715	340
677	464	1,0690	767	703	067	716	363
678	488	691	790	704	090	717	386
679	511	692	814	705	113	718	409
1,0680	534	693	837	706	136	719	431
681	557	694	860	707	158	1,0720	17,454
682	581	695	883	708	181		
683	604	696	907	709	204		

Es sind nun zuvörderst einige Begriffe und Ausdrücke zu erklären:

Bei jeder Gährung, so auch bei jener der Bierwürze, tritt aus dem so eben angegebenen Grunde eine Verminderung oder Abnahme des spezifischen Gewichtes ein: die Attenuation, auch bestimmter scheinbare Attenuation genannt, scheinbar, weil ja die Abnahme des Extraktgehaltes in Folge des vorhandenen Alkohols größer erscheint, als sie wirklich ist. Dieselbe ist also die Differenz zwischen den Saccharometerprozenten vor und nach der Gährung; oder, wenn die Saccharometerprozente der ungegohrnen Würze durch p, jene der gegohrnen durch m ausgedrückt werden, $= p - m$.

Je stärker also die Vergährung eines Biers, um so größer ist der Alkoholgehalt und die scheinbare Attenuation. Da nun der Alkoholgehalt, der durch den Buchstaben A bezeichnet werden mag, mit der scheinbaren Attenuation offenbar in einem bestimmten Verhältniß steht, so war es möglich, eine Zahl (Faktor) zu ermitteln, welche, mit der scheinbaren Attenuation multiplizirt, den Alkoholgehalt in Prozenten des Biers angab. Balling nennt diese Zahl den Alkoholfaktor und bezeichnet sie durch a. Diese Zahl ist je nach der Konzentration der Bierwürze etwas verschieden, wie aus der sogleich folgenden Tabelle zu ersehen ist, kann jedoch für Würzen von gewöhnlicher Stärke im Mittel zu 0,42 angenommen werden. Vermittelst dieses Alkoholfaktors ist es nun also möglich, aus der scheinbaren Attenuation den Gehalt des Biers an Alkohol zu berechnen.

Gesetzt z. B. eine Bierwürze zeige ein spezifisches Gewicht von 1,0572; so würde dasselbe nach der vorigen Tabelle 14 Saccharometerprozenten entsprechen, d. h. die Würze enthielte 14 Prozent Malzextrakt. Gesetzt ferner, das gegohrne, und wie angegeben, von der Kohlensäure befreite Bier zeige ein spezifisches Gewicht von 1,0195 oder 4,875 Saccharometerprozente, so ist die scheinbare Attenuation 14 — 4,875 oder = 9,125; diese mit dem Alkoholfaktor 0,42, oder nach der folgenden Tabelle genauer 0,4235 multiplizirt, gibt 3,8644 als Alkoholgehalt des Biers.

Mag nun auch diese Untersuchung, wobei der ursprüngliche Gehalt

der Würze als bekannt vorausgesetzt wird, unter Umständen für den Brauer Interesse haben, so gewährt sie doch bei der Prüfung fertiger Biere keinen Nutzen, weil wir ja den Gehalt der Würze vor der Gährung nicht kennen.

Im Gegensatz zur scheinbaren Attenuation ist nun die wirkliche Attenuation zu betrachten; wobei der Einfluß des Alkohols auf das spezifische Gewicht ausgeschlossen wird. Wenn man nämlich Bier anhaltend kocht und etwa bis zur Hälfte eindampft, wobei sich der gesammte Alkohol verflüchtigt, und man es hierauf durch Zusatz von reinem Wasser auf sein früheres Gewicht zurückbringt, so unterscheidet sich die so gewonnene Flüssigkeit von dem Bier nur dadurch, daß sie keinen Alkohol, sondern statt desselben Wasser enthält. Der Saccharometergrad dieser Flüssigkeit nun, welche nur den Extraktgehalt des Biers, nicht den Alkohol enthält, und welcher durch n bezeichnet wird, subtrahirt von dem Saccharometergrad der rohen Würze, gibt die wirkliche Attenuation $= p - n$.

So wie aus der scheinbaren, läßt sich auch aus der wirklichen Attenuation vermittelst eines bestimmbaren Alkoholfaktors b der Alkoholgehalt des Biers bestimmen; womit indessen auch noch nichts gewonnen wäre, weil auch in diesem Fall die Kenntniß des Saccharometergrades der rohen Würze erfordert würde.

Der Unterschied der scheinbaren und der wirklichen Attenuation wird die Attenuations-Differenz genannt, und mit d bezeichnet; es ist also $d = (p - m) - (p - n)$; oder $d = n - m$.

Die Attenuations-Differenz ist also einfach die Differenz zwischen den Saccharometergraden des Biers vor und nach Entfernung des Alkohols. Auch hier läßt sich ein Alkoholfaktor ermitteln, durch dessen Multiplikation mit der Attenuationsdifferenz der Prozentgehalt des Alkohols im Bier aufgefunden werden kann, und der nach den Balling'schen Bestimmungen mit annähernder Genauigkeit im Mittel = 2,24 angenommen werden kann. In diesem Falle bedürfen wir der Kenntniß des Extraktgehaltes der rohen Würze gar nicht, sondern sind im Stande, aus dem spezifischen Gewichte des ungekochten und des gekochten Biers seinen Alkoholgehalt annähernd zu bestimmen.

Gesetzt, das spezifische Gewicht eines, durch Schütteln von der Kohlensäure befreiten Biers finde sich = 1,0195, entsprechend 4,875 Saccharometerprozenten, (also $m = 4,875$); das spezifische Gewicht des gekochten Biers betrage 1,0268, entsprechend 6,681 Saccharometerprozenten, (also $n = 6,681$), die Attenuationsdifferenz sei also = 1,806: so gibt diese mit dem Alkoholfaktor 2,24 multiplizirt 4,04 Prozent als annähernden Alkoholgehalt des Bieres.

Wird diese Zahl verdoppelt, so findet sich, nach der oben gegebenen Bemerkung die zur Bildung des Alkohols in der Würze vorhanden gewesene Extraktmenge zu 8,08 Prozent, und diese, zu der noch vorhandenen, durch die Zahl n ausgedrückten, addirt, also $8,08 + 6,681$ gibt 14,761 als annähernden Extraktgehalt der Würze.

Nachdem diese annähernde Bestimmung gemacht worden, läßt sich der in dem vorliegenden Fall zur Anwendung kommende Alkoholfaktor genauer angeben, als es bei der ersten Berechnung möglich war, wo einstweilen nur eine Mittelzahl angenommen wurde, und daher auch die ganze Bestimmung genauer ausführen. Zur Erleichterung dieser Rechnung ist von Balling der Begriff des Attenuationsquotienten aufgestellt, d. h. des Quotienten der wirklichen Attenuation dividirt durch die scheinbare Attenuation, zu seiner Bezeichnung der Buchstabe q eingeführt, und die folgende Tabelle ausgearbeitet:

Ursprüngliche Konzentration der Bierwürzen in Saccharometer-Prozenten	Alkoholfaktoren für die scheinbare Attenuation	Alkoholfaktoren für die wirkliche Attenuation	Attenuations-Quotienten
p	m	n	q
6	0,4079	0,5004	1,226
7	0,4098	0,5031	1,227
8	0,4117	0,5058	1,228
9	0,4137	0,5085	1,229
10	0,4156	0,5112	1,230
11	0,4176	0,5140	1,231
12	0,4195	0,5169	1,232
13	0,4215	0,5197	1,233
14	0,4235	0,5226	1,234
15	0,4255	0,5255	1,235
16	0,4275	0,5285	1,236
17	0,4296	0,5315	1,237
18	0,4317	0,5345	1,238
19	0,4338	0,5375	1,239
20	0,4360	0,5406	1,240
21	0,4381	0,5437	1,241
22	0,4403	0,5469	1,242
23	0,4425	0,5501	1,243
24	0,4448	0,5533	1,244
25	0,4471	0,5566	1,245
26	0,4493	0,5599	1,246
27	0,4517	0,5633	1,247
28	0,4540	0,5666	1,248
29	0,4564	0,5701	1,249
30	0,4588	0,5735	1,250

Um nun in unserem Beispiel fortzufahren, müssen wir für den gefundenen annähernden Extraktgehalt der Würze von 14,761 den zugehörigen Attenuationsquotienten in der Tabelle aufsuchen, welcher sich = 1,235 findet. Hieraus berechnet sich dann der wirklich vorhanden gewesene Extraktgehalt der Würze nach der Formel

$$p = \frac{n\,q - m}{q - 1}, \text{ also}$$

$$p = \frac{(6{,}681 \times 1{,}235) - 4{,}875}{1{,}235 - 1} = 14{,}366.$$

Aus dieser berichtigten Zahl für den ursprünglichen Extraktgehalt der Würze findet sich nunmehr der Alkoholgehalt des Biers durch Multiplikation der wirklichen Attenuation mit ihrem Alkoholfaktor, also durch die Formel:

$$A = (p - n) \times b.$$

Da $p - n$, oder $14{,}366 - 6{,}681 = 7{,}685$, so findet sich nach der Tabelle der zugehörige Alkoholfaktor $= 0{,}505$, mithin der Alkoholgehalt des Biers $= 0{,}505 \times 7{,}685 = 3{,}98$ Prozent.

Hiernach würde die Untersuchung des Biers die folgenden Resultate geben:

Alkohol	3,980
Extrakt	6,681
Wasser	89,339
	100,000.

Mag diese Untersuchungsart auf den ersten Blick auch etwas weitläufig erscheinen, so ist sie es in Wirklichkeit keineswegs, denn die scheinbare Weitläufigkeit liegt nur in den Rechnungen, die sich aber bei einiger Uebung in wenigen Minuten durchführen lassen.

Bildhauerei. Die eigentliche Bildhauerkunst, als ein Zweig der schönen Künste, gehört nicht zu den Gegenständen des vorliegenden Werkes. Indessen tritt bei der Herstellung zahlreicher Gebrauchsobjekte die Kunst dem mechanischen Gewerbe so nahe, daß der Charakter des Letzteren überwiegend wird, und Erstere nur als verschönerndes geistiges Element die handwerksmäßigen Verfahrungsarten begleitet, im glücklichen Falle durchdringt: alsdann fällt die Bildhauerei dem Gebiete der Technologie anheim. Wir erinnern in dieser Beziehung nur an die Holzschnitzwerke feinerer Möbel, an die verzierten Spiegel- und Bilderrahmen, an steinerne Ornamente für Gebäude, u. dgl. m.

Die Hauptmaterialien in dieser gewerbmäßigen Bildhauerei sind weiche Steingattungen (als: Sandstein, Alabaster &c.) und Holz. Erstere werden mittelst Sägen, scharfer und zugespitzter Hämmer, verschiedener Meißel, Bohrer und Raspeln bearbeitet; in einzelnen Fällen findet die Drehbank nützliche Anwendung, z. B. bei Vasen, Säulen u. dgl. Das Glattschleifen geschieht bei Sandstein durch Abreiben mit einem zweckmäßig geformten Stücke desselben Steines, bei anderen Arten mittelst Sand- oder Bimsstein.

Die Hauptgeräthschaften des in Holz arbeitenden Bildhauers sind verschiedene meißelartige Eisen und außerdem Raspeln, welche Letzteren zum Theil sehr fein und oft verschiedentlich gekrümmt sein müssen. Bei der Vorarbeit (dem sogenannten *Poussiren*) wendet man größere Eisen an, die mit einem hölzernen Schlägel eingetrieben werden; zur Vollendung (zum *Reinschneiden*) dienen kleine, bloß vermöge des Druckes der Hand in Wirkung gesetzte Eisen. Durch Raspeln hilft man, wo es nöthig ist, nach. Die letzte Glättung wird durch Abreiben mit Glaspapier (starkem Papier, worauf feines Glaspulver mittelst eines Leimanstrichs befestigt ist) verrichtet. Mäßig harte Holzarten von feiner und gleichförmiger Textur, also namentlich Linden- und Birnbaumholz, eignen sich am besten; doch benutzt man unter Umständen auch häufig Eichen-, Nußbaum-, Mahagoni-, Ebenholz u. a.

Neuerlich sind mancherlei Maschinen erfunden worden, um ornamentales Relief-Schnitzwerk in Holz, auch in Stein, auf rein mechanischem Wege herzustellen, vorzüglich aber um hölzerne oder metallene Modelle — oft in mehreren Exemplaren gleichzeitig — zu kopiren. Denkt man sich z. B. als Modell eine mit beliebigen Erhöhungen und Vertiefungen versehene Platte, und diese so befestigt, daß sie ihre verzierte Fläche nach unten kehrt; unter ihr die zur Kopie bestimmte Platte festliegend; endlich zwischen Beiden einen horizontal hin und her gehenden Schlitten mit einem aufrecht stehenden Schneidwerkzeuge so angebracht, daß das schneidige Ende des Werkzeugs die letztgenannte Platte, das stumpfe obere Ende hingegen mittelst einer Feder die Modellfläche berührt: so ist klar, daß beim geradlinigen Durchgange des Schneidinstrumentes dieses zu-

gleich, den Höhen und Tiefen des Modells entsprechend, bald gesenkt, bald gehoben werden muß, folglich auf der unteren Platte bald mehr oder weniger tief einschneidet, bald ohne Wirkung darüber weggeht. Läßt man nun das Werkzeug in dieser Weise in lauter nahe beisammen liegenden parallelen Linien seinen Weg wiederholen, so überarbeitet es nach und nach die ganze Oberfläche der unteren Platte, und bildet auf derselben Erhabenheiten, wo das Modell Vertiefungen, hingegen tiefe Stellen, wo das Modell Erhöhungen enthält.

Von einer anderen Art Schnitzmaschine erhält man einen Begriff durch Folgendes: In einem gußeisernen Gestelle liegt eine schlittenartig auf Geleisen schiebbare Gußeisenplatte, auf welcher eine zweite solche Platte mittelst kleiner Räder, in einer zur Bewegung der Erstern rechtwinkeligen Richtung, sich bewegen läßt. Auf der oberen Platte wird in der Mitte das zu kopirende Original-Relief festgelegt, während neben diesem zwei oder mehrere Holzplatten — als das Material zu den Kopien — angebracht sind. Vermöge der doppelten Schiebbarkeit ist es leicht, nach und nach jeden Punkt des Originals unter das Ende eines senkrechten stählernen Stifts zu versetzen, der von oben herabreicht und das Relief berührt. Entsprechend ist über einer jeden der zu bearbeitenden Holzplatten ein ähnlicher Stift angebracht, welcher aber am untersten Ende eine Schneide besitzt. Diese sämmtlichen Stifte (der stumpfe wie die schneidigen) empfangen eine stetige schnelle Drehung um sich selbst, und haben zugleich die Fähigkeit sich zu heben und zu senken. Indem nun die verschiedenen Punkte des Original-Reliefs allmälig unter den stumpfen Stift gelangen, spielt dieser nach Maßgabe der sich ihm darbietenden Erhöhungen und Vertiefungen auf und nieder; durch den Mechanismus theilen sich dieselben Hebungen und Senkungen den schneidenden Stiften mit, welche als Bohrer wirken, alles ihnen im Wege stehende Holz aus den in Arbeit befindlichen Platten wegschneiden, und der Oberfläche dieser letzteren eben die Gestalt geben, welche das Original besitzt.

Eine Menge Relief-Ornamente auf Rahmen, Möbeln u. s. w., welche man früherhin durch Bildhauerarbeit (Schnitzen oder Schneiden in Holz) darstellte, werden gegenwärtig viel schneller und wohlfeiler aus teigartigen Massen (sogenannten Pasten) geformt. Man gebraucht hierzu Kreidepulver mit Leimwasser angemacht; oder feines Holzsägemehl, Gyps, Bleiweiß und Bleiglätte mit Leimwasser; oder Kreide, weißes Pech, Terpenthin, Leinölfirniß und Leim; oder zerkochtes und gestampftes Papier und gesiebte Holzasche mit Mehlkleister; u. dgl. m. Eine oder die andere dieser Massen drückt man in schwach eingeölte vertiefte Formen von Gyps, Schwefel oder gefirnißtem Holz, läßt die so gewonnenen Reliefs trocknen und befestigt sie auf den Gegenständen, zu deren Verzierung sie dienen sollen, durch Aufleimen oder Annageln.

Bimsstein. Dieser, seiner nutzbaren Eigenschaften wegen sehr bekannte Mineralkörper verdankt seine Entstehung unzweifelhaft dem Erstarren des zähen Schaumes einer im Fortfließen begriffenen glühend flüssigen Lava; er besteht in einer hellgrau, seltener bläulich, grünlich, röthlich oder bräunlich, gefärbten, seidenglänzenden, höchst porösen Masse, deren Poren oder Höhlungen sehr in die Länge gestreckt sind und dem Ganzen ein faseriges Ansehen verleihen. Das spezifische Gewicht, mit Einschluß der Poren, ist durchschnittlich 0,914, ja mitunter nur 0,37, so daß er auf Wasser schwimmt und erst untersinkt, wenn sich die Höhlungen mit Wasser gefüllt haben.

Vor dem Löthrohr schmilzt er ohne Flußmittel zu einem weißen Email, und besteht in 100 Theilen aus 77.5 Kieselerde, 17.5 Thonerde,

2 Eisenoxyd und 3 Kali oder Natron. Von Säuren wird er nicht angegriffen.

Er findet sich in vulkanischen Gegenden, so besonders auf den Liparischen Inseln Ponza, Ischia und Vulcano; ferner in der Gegend von Andernach am Rhein, Teneriffa, Island, der Auvergne, u. a. O.

Der Bimsstein ist ein sehr schätzbares Polir- und Schleifmittel für Elfenbein, Holz, Marmor, die weicheren Metalle, Glas, Leder, Pergament, Pappe u. dgl.; wobei man ihn entweder als Pulver, oder auch in ganzen Stücken anwendet. Außerdem wird er, obwohl zum großen Nachtheil der Zähne, als Zahnpulver gebraucht; endlich auch in Gestalt von feinem Pulver der Seife zugesetzt. (Bimssteinseife.)

Bister. Eine braune Malerfarbe, die wie Tusche in der Wassermalerei, nicht in Oel, benutzt und aus Holzruß, am besten dem von Buchenholz, bereitet wird. Man sammelt zu dem Ende die kompaktesten und gleichförmigsten Stücke von Glanzruß aus dem Schornstein, pulverisirt und siebt ihn durch ein seidenes Sieb. Auf dieses Pulver gießt man reines Wasser, rührt es mit einem Glasstäbchen anhaltend durch, läßt es zum Absetzen des Pulvers stehen, gießt das über dem Bodensaz stehende Wasser ab, und wiederholt dieses Auswaschen noch einige Male, bis alle löslichen Theile, besonders die in dem Ruß enthaltenen Salze entfernt sind, und sondert nun das Gröbere von dem Feineren durch Schlämmen. Zu dem Ende bringt man die ausgewaschene Masse in ein hohes Zylinderglas, füllt es mit Wasser, rührt alles recht genau durcheinander, läßt es einige Minuten stehen, während welcher Zeit sich die gröberen Theile absetzen, und schüttet die überstehende Flüssigkeit in ein anderes Zylinderglas, in welchem man sie wieder einige Zeit in Ruhe läßt, dann abermals abgießt, und so noch ein oder zwei Mal fort. Man erhält so mehrere Sorten von verschiedener Feinheit, deren letzte natürlich den besten Bister liefert. Der erste und zweite Absatz ist jedoch nicht brauchbar. Die späteren werden, jeder für sich, auf Papierfiltern gesammelt, mit der erforderlichen geringen Menge Gummi angerieben, in Formen zu Täfelchen geformt und getrocknet.

Bittererde. (Talkerde, Magnesia.) Diese sehr verbreitete, in einer Menge der gewöhnlichsten Mineralkörper vorkommende Erde besteht, wie zuerst durch Davy im Jahre 1808 bewiesen wurde, aus einem eigenthümlichen Metall, Magnium, und Sauerstoff, und zwar in 100 Theilen aus 60,71 Magnium und 39,29 Sauerstoff. Ihr Atomgewicht ist (154,49 + 100), = 254,49. Man gewinnt sie am leichtesten durch Glühen der künstlich bereiteten kohlensauren Bittererde, welche im Handel unter dem Namen magnesia alba vorkommt, und in der Hitze die Kohlensäure fahren läßt. Die so dargestellte Bittererde führt in den Offizinen den Namen magnesia usta (gebrannte Magnesia).

Sie bildet ein schneeweißes, äußerst zartes und leichtes Pulver ohne Geschmack und Geruch, und ist im Wasser fast unauflöslich, da sie von kaltem Wasser das 5150fache, von kochendem das 36000fache ihres Gewichtes zur Lösung bedarf. Sie ist äußerst schwer schmelzbar, und kommt nur vor dem Knallgasgebläse in Fluß. Sie zeigt eine schwach alkalische Reaktion, indem sie die blaue Farbe des gerötheten Lackmus wieder herstellt, und die violette Farbe der Infusion von rothem Kohl in hellgrün umwandelt. Längere Zeit dem freien Luftzutritt dargeboten, zieht sie Kohlensäure an, obwohl weit langsamer als Kalk.

Die Bittererde geht nicht nur, wie schon erwähnt, in die Zusammensetzung sehr vieler Mineralkörper ein, und spielt als Bestandtheil derselben eine

wichtige Rolle, sondern bildet auch mehrere Mineralien, in welchen sie als Hauptbestandtheil auftritt, so in Verbindung mit Kohlensäure den Magnesit, mit Wasser das Bittererdehydrat, mit Kieselsäure den Speckstein und Meerschaum, mit Borsäure den Borazit, mit Schwefelsäure das Bittersalz. Nie aber ist sie bis jetzt in reinem, isolirtem Zustande angetroffen, und sie ist daher nur künstlich dargestellt bekannt. Ihre Anwendung ist sehr beschränkt; außer in der Medizin und zu chemischen Versuchen, z. B. bei der Darstellung der Pflanzenalkalien, wird sie in der Technik wohl nur bei der Reinigung feiner Oele behufs der Firnißbereitung gebraucht.

Unter den Bittererdesalzen sind besonders zwei, das schwefelsaure (Bitter- oder Epsomer-Salz) und das kohlensaure (magnesia alba) von Wichtigkeit. Dieses letztere durch Fällung von Bittersalz oder auch der Mutterlauge von der Kochsalzgewinnung bereitet, ist eine chemische Verbindung der kohlensauren Bittererde mit Bittererdehydrat, wird in der Medizin sehr viel gebraucht; auch ist es von Davy als Zusatz beim Brotbacken aus verdorbenem Mehl empfohlen, um dem Sauerwerden desselben zu begegnen. M. s. noch den Artikel „Bittersalz."

Bitterkalk. Ein Doppelsalz von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Bittererde, in 100 Theilen aus 55 des ersteren und 45 der letzteren bestehend. Er findet sich im Mineralreich theils krystallisirt, und wird dann Bitterspath genannt, theils dicht oder körnig, wo er dann den Namen Dolomit führt.

Der letztere, welcher allein von technischem Interesse ist, hat gewöhnlich eine gelblich braune, rahmgelbe oder gelblich graue Farbe, und im Fall er körnige Absonderung besitzt, einige Aehnlichkeit mit Sandstein, mit welchem er von Nichtkennern zuweilen verwechselt wird. Er löst sich aber in Salzsäure, zwar langsam unter schwachem Brausen, bis auf einen unbedeutenden thonigen Rückstand, auf, durch welches Verhalten er sich auch von dem sich viel rascher auflösenden Kalkstein unterscheidet.

Der Dolomit kommt als Gestein in ganzen, sehr bedeutenden Gebirgsmassen vor, sowohl in vielen Gegenden des Kontinents als auch, besonders ausgezeichnet, Englands. Seine Hauptanwendung ist die als Baustein, in welcher Beziehung das prachtvolle neue Parlaments-Gebäude in London, dessen Außenseite gänzlich aus einem gelblich grauen Dolomit ausgeführt ist, und der nicht minder schöne Münster in York angeführt werden können.

Ueber die Anwendung des Dolomits zur Bereitung von Bittersalz ist der nächstfolgende Artikel nachzusehen.

Bittersalz. Die schwefelsaure Bittererde findet sich zwar hier und da in kleinen Mengen als salzige Auswitterung, kommt aber hauptsächlich in Wasser aufgelöst vor, und bildet so die Bitterwasser (nach ihrem salzig bitteren Geschmack so genannt), die in mehreren Gegenden, besonders zu Saidschütz, Sedlitz und Püllna in Böhmen, so wie zu Epsom in England vorkommen, und theils getrunken, theils zur Darstellung von Bittersalz benutzt werden. In geringer Menge findet es sich auch im Meerwasser und vielen Salzsoolen. Das Epsomer Bitterwasser gab zuerst zur Entdeckung des Bittersalzes die Veranlassung, daher auch die Benennung Epsomer Salz.

Man stellt es aus den Bitterwassern durch Eindampfen und Krystallisiren dar, gewinnt jedoch gegenwärtig das meiste Bittersalz auf anderen noch wohlfeileren Wegen, so z. B. aus der Mutterlauge vom Salzsieden, unter anderen in Schönebeck bei Magdeburg und zu Neu-

salzwerk bei Rehme. Die Mutterlaugen dieser Salinen enthalten Chlormagnium, nebst Bittersalz, mit schwefelsaurem Kali und Natron als Doppelsalz chemisch verbunden. Wenn diese Verbindung mit der Hälfte Kochsalz in wenigem Wasser gelöst einer Kälte von — 12,5° ausgesetzt wird, so entsteht Glaubersalz, welches auskrystallisirt, während Chlormagnium und schwefelsaures Kali gelöst bleiben. Wird diese Lösung durch Abdampfen konzentrirt, so scheidet sich das schwefelsaure Kali aus, während das leichtlösliche Chlormagnium in der Flüssigkeit zurückbleibt. Man versetzt nun diese Mutterlauge mit einer entsprechenden Menge Glaubersalz, und dampft bei einer Temperatur von 50° ab. Es entsteht Kochsalz, welches sich ausscheidet, während das Bittersalz gelöst bleibt, welches hierauf beim Erkalten krystallisirt, und durch Umkrystallisiren gereinigt wird.

Durch einen ähnlichen Prozeß wird in Schottland die Mutterlauge der Seesalzsiedereien, welche größtentheils aus Chlormagnium, etwas Bittersalz und aus Kochsalz besteht, auf Bittersalz verarbeitet. Setzt man nämlich zu dieser Lösung genau so viel schwefelsaures Natron, wie nach angestellten Probeversuchen zur Zersetzung des Chlormagniums erforderlich ist, und dampft sodann bei einer Temperatur von 50° langsam ein, so scheidet sich Kochsalz, durch die gegenseitige Zersetzung des Chlormagniums und des schwefelsauren Natrons entstanden, in Form von würfelförmigen Krystallen ab, während schwefelsaure Bitterde gelöst bleibt und nachher durch weiteres Abdampfen und Abkühlen in regelmäßigen vierseitigen Prismen mit vierseitiger Zuspitzung anschießt.

Ein anderes, bei dem jetzigen niedrigen Preise der Schwefelsäure ausführbares Verfahren besteht in der Gewinnung aus Dolomit (m. s. den vorhergehenden Artikel). Wird nämlich pulverisirter Dolomit mit mäßig verdünnter Schwefelsäure behandelt, so entsteht schwefelsaurer Kalk und Bittersalz, welche durch Auswaschen mit Wasser, wobei der schwefelsaure Kalk größtentheils ungelöst zurückbleibt, leicht getrennt werden können. Da hierbei die Hälfte der Schwefelsäure verloren geht, so kann man, nach Ure's Vorschlag, den Prozeß in der Art abändern, daß man zuerst den Dolomit mit der Hälfte der zu seiner Auflösung erforderlichen Menge Salzsäure digerirt, wobei sich nur Kalk lösen, die Bitterde aber ungelöst zurückbleiben soll, die man nach Beseitigung des Chlorkalziums in Schwefelsäure auflöst. Natürlich kann diese Darstellungsweise nur da eine Anwendung finden, wo, wie in den Sodafabriken, Salzsäure in großer Menge als Nebenprodukt gewonnen wird, und nicht auf andere Art verwerthet werden kann.

Eine nicht unbedeutende Menge von Bittersalz wird gegenwärtig als Nebenprodukt bei der Bereitung künstlicher Sauerbrunnen gewonnen, wobei die erforderliche Kohlensäure durch Auflösung von Magnesit (natürlicher kohlensaurer Bittererde) in Schwefelsäure gewonnen wird. M. s. Mineralwasser.

Das Bittersalz erscheint gewöhnlich in Form von nadelförmigen prismatischen Krystallen, von sehr bitterem Geschmack. Es ist im Wasser leicht löslich, und bedarf von eiskaltem Wasser nur die 4fache Menge seines Gewichts zur Lösung. Bei 15° sind nur 3, bei 93° nur 1.4 Theile erforderlich. Bei noch höheren Hitzgraden bleibt es in seinem eigenen Krystallisationswasser gelöst. Es besteht in 100 Theilen aus 16,7 Bittererde, 32,4 Schwefelsäure und 50,9 Wasser.

Innerlich genossen, wirkt es abführend, und wird zu diesem Zweck in der Medizin häufig gebraucht.

Bitumen, s. Asphalt.

Blattgold, s. Gold.

Blattsilber, s. Silber.

Blaue Farben. Die als blaue Malerfarbe zur Anwendung kommenden Verbindungen sind sämmtlich in besonderen Artikeln abgehandelt, auf welche wir daher verweisen können: Es sind folgende:

Ultramarin, m. s. diesen Art.
Pariserblau, Berlinerblau, Mineralblau, m. s. Berlinerblau.
Bergblau, m. s. diesen Art.
Bremergrün, m. s. diesen Art.
Kalkblau, m. s. diesen Art.
Smalte, Kobaltblau, m. s. Kobalt.
Blauer Karmin, m. s. Indigo.
Lackmus, m. s. d. A.

Außer diesen gibt es noch andere blaue Verbindungen, welche in einzelnen Fällen als Farbe Benutzung finden, so das Molybdänblau, das Kohlenblau, Vanadblau, Pittallak (von Reichenbach im Theer gefunden), welche jedoch ihrer zu unbedeutenden Wichtigkeit wegen übergangen werden müssen.

Blauer Vitriol, s. Kupfervitriol.

Blaufärben. Unter den mancherlei blauen Pigmenten sind es vorzugsweise drei: Indig, Berlinerblau und Blauholz, welche in der Färberei häufige Anwendung finden. Andere, so z. B. Ligusterbeeren, Fliederbeeren, Maulbeeren, spielen eine ganz untergeordnete Rolle. Indig wird vorzugsweise zur Woll- und Seidenfärberei, weniger auf Baumwolle genommen, und ist das Nähere über die Indigfärberei in dem Artikel Indig nachzusehen. Berlinerblau findet sowohl in der Wollfärberei, als auch der Baumwoll- und Seidenfärberei Anwendung. Nach den in dem Artikel Färberei entwickelten Grundsätzen ist es nicht möglich, fertiges Berliner- oder Pariserblau auf den Zeugen so zu befestigen, daß von einer haltbaren Verbindung die Rede sein könnte; der Zweck ist vielmehr nur auf die Art zu erreichen, daß man das blaue Pigment innerhalb der Poren des Stoffes entstehen läßt. Um Baumwolle zu färben, beizt man sie mit Eisenbeize (essigsaurem Eisenoxyd), und färbt sie hierauf mit Blutlaugensalz aus. Da das Blaufärben der Baumwolle in dem Artikel Kattundruckerei ausführlich zur Sprache kommt, so kann es hier übergangen werden.

Wolle kann auf dieselbe Art nicht gefärbt werden, sondern verlangt ein durchaus abweichendes Verfahren. Das Material ist Kalinmeisencyanid (rothes Blutlaugensalz, blausaures Eisenoxyd-Kali), welches häufig in Gestalt einer Flüssigkeit von olivengrüner Farbe unter dem Namen Komposition von den chemischen Fabriken verkauft, und nach vorhergegangener Verdünnung mit Wasser von den Färbern verwendet wird. Statt dieser Komposition kann aber auch das im Handel vorkommende krystallisirte rothe Blutlaugensalz angewandt werden, indem man es mit einer gleichen Menge Pinksalz (Zinnchlorid-Ammoniak, dessen Bereitung im Artikel Zinn vorkommt) in so viel Wasser auflöst, daß die Lösung 25° am Baumé'schen Aräometer zeigt. Um mit dieser Komposition zu färben, setzt man in einem kupfernen Kessel 1 Pfund

derselben zu 100 Pfund Wasser, fügt 2 Loth Schwefelsäure hinzu, und bringt die Wolle in das Bad, welches nach und nach zum Sieden erhitzt wird. Man setzt nun das Sieden unter bisweiligem Zusatz von etwas Schwefelsäure fort, bis die verlangte Nuance hervorgekommen ist. Das so erzeugte Kaliblau (Bleu de France) übertrifft in Lebhaftigkeit und Schönheit der Farbe das mit Indig gefärbte Blau, und hat das letztere in vielen Fällen verdrängt, leider aber widersteht es nicht den Alkalien, so daß die so gefärbten Zeuge nicht mit scharfer, stark alkalischer Seife gewaschen werden dürfen. Statt der Komposition bediente man sich früher auf Wolle des von Raymond in Frankreich empfohlenen weinstein-schwefelsauren Eisenoxydes, welches auf folgende Weise bereitet wird. Man gibt in eine Kufe 52 Pfund Wasser, 13 Pfd. konzentrirte Schwefelsäure, 13 Pfd. Salpetersäure von 36° Baumé. Hierauf bringt man einen Weidenkorb in die Flüssigkeit, so daß er nur wenig eintaucht, und wirft in diesen nach und nach 72 Pfd. kupferfreien Eisenvitriol, welcher sich unter starker Entwickelung von Stickoxydgas auflöst. Nach beendigter Auflösung des Eisenvitriols bringt man die Flüssigkeit durch eingeleiteten Wasserdampf zum Kochen, und erhält sie darin, bis die Umwandlung des Eisenoxyduls in Oxyd erfolgt ist. Der Weidenkorb wird nun wieder eingehängt und in denselben ein Gemenge von 30 Pfd. rohem Weinstein, 20 Pfd. Wasser und 13 Pfd. Schwefelsäure gegeben. Nachdem alles in der Flüssigkeit aufgelöst ist, verdünnt man sie mit Wasser auf 36° B., läßt sie sich klären, und bewahrt sie in gut verschlossenen Fässern auf. Beim Gebrauch wird diese Eisenbeize mit heißem Wasser stark verdünnt, die Wolle damit gesotten, hierauf gut gereinigt und in einem Bade von Blutlaugensalz und Schwefelsäure bei langsam steigender Temperatur unter bisweiligem Zusatz von Schwefelsäure ausgefärbt. Das so erhaltene Blau ist bedeutend wohlfeiler, aber nicht so schön wie das vorhin beschriebene Kaliblau.

Um Holzblau zu färben, gebraucht man als Beize essigsaures oder schwefelsaures Kupferoxyd, oft mit einem Zusatz von Alaun, und färbt in einem Absude von Blauholz aus. Nicht selten wird das Holzblau auf einen mit Indig vorgefärbten Grund aufgesetzt, um mit Ersparung eines Theils des theuern Indigs gesättigtere Schattirungen von Blau zu erhalten, die aber, weil das Holzblau durch Säuren roth wird, nicht echt sind.

Zum Blaufärben der Seide wendet man theils Indig, theils Berlinerblau an; ersteren als sogenannte süße Komposition, welche man auf folgende Weise erhält: 1 Pfund fein pulverisirter Indig wird in einem Hafen von Steingut mit 3½ Pfd. rauchender Schwefelsäure übergossen, mit einem gläsernen Stabe anhaltend umgerührt, und zugedeckt 24 Stunden stehen gelassen. Man mischt nun diese blaue Indiglösung in einem Kessel mit etwa 200 Pfd. Wasser, bringt 5 Pfd. gereinigte wollene Lappen hinein, und läßt eine halbe Stunde kochen, wobei sich der Indig mit der Wolle verbindet. Die blaugefärbte Wolle wird sodann mit kaltem Wasser anhaltend ausgespült, hierauf mit 200 bis 300 Pf. reinem Wasser eine halbe Stunde gekocht, wodurch der Indig der Wolle wieder größtentheils entzogen wird, und mit dem Wasser eine klare blaue Flüssigkeit (süße Komposition) bildet, welche zum Färben der Seide dient, indem man eine kleine Menge Alaun zusetzt und in der warmen Flüssigkeit die Seide ausfärbt. Man erhält so ein schönes Hellblau.

Blau auf Seide mit Berlinerblau gefärbt, gibt das Bleu Raymond. Die Seide wird dazu mit salpetersaurem Eisenoxyd gebeizt, gut gespült, sodann in einer siedend heißen Seifenauflösung durchgearbeitet, wieder gespült und bei 30 bis 36° in einer mit Salzsäure angesäuerten Lösung

von Blutlaugensalz ausgefärbt. Hat sie die verlangte Tiefe der Farbe angenommen, so wird sie ausgerungen, und wenn man den Farbton mehr ins Violette zu ziehen beabsichtigt, mit stark verdünntem Ammoniak behandelt.

Blauholz. (Kampechehol.) Das Holz des ursprünglich im mittleren Amerika einheimischen, seit 1715 aber auch auf Jamaica angepflanzten Baumes Haematoxylon Campechianum. Es wurde zuerst unter der Regierung der Königin Elisabeth in England als Farbmaterial eingeführt. Da aber die Färber jener Zeit die richtige Behandlung nicht kannten, und nur eine sehr unechte Farbe damit herzustellen vermochten, so wurde nicht nur der Gebrauch desselben bei Strafe verboten, sondern durch ein Gesetz bestimmt, daß alles Blauholz, welches in England angetroffen werden würde, verbrannt werden sollte. Ein gleiches Vorurtheil herrschte gegen den Indig, der mit denselben scharfen Verordnungen verfolgt wurde.

Das Blauholz ist hart, von dichter Struktur, einem süßlich zusammenziehenden Geschmack, und eigenthümlichem, nicht unangenehmem Geruch. Im Wasser sinkt es unter. Ueber den darin enthaltenen Farbstoff findet man das Nähere im Artikel Hämatoxylin. Es ist ungemein dauerhaft und hält sich sehr lange an freier Luft, nur verliert es, wenn es im geraspelten Zustande lange Zeit der Luft dargeboten wird, einen Theil seiner färbenden Kraft. Das Holz von alten Bäumen mit schwarzer Rinde und nur wenig weißem Splint wird am meisten geschätzt. Es dient zum Schwarz-, Blau- und Braunfärben.

Durch Auskochen des geraspelten Holzes mit Wasser und Dampf, und Eintrocknen der Abkochung wird das im Handel vorkommende Blauholzextrakt gewonnen, welches in der Färberei häufig gebraucht wird, jedoch keine so lebhaften Farben gibt, als das Holz selbst.

Blechfabrikation. In Gestalt mehr oder weniger dicker Platten, welche man Blech nennt, kommen alle dehnbaren Metalle und Metallmischungen, welche eine technische Benutzung zulassen, zur Anwendung. Die Verfertigung aller Blechgattungen beruht wesentlich auf denselben Grundsätzen, und die Abänderungen des Verfahrens, welche durch die eigenthümliche Beschaffenheit einzelner Metalle nöthig werden, sind zum Theile nicht von großer Bedeutung.

Die Mittel zur Darstellung des Blechs zerfallen wesentlich in folgende Abtheilungen: 1. Vorrichtungen und Methoden zur Vorbereitung der Metalle; 2. Maschinen zur Verfertigung des Blechs selbst; 3. Apparate zum Glühen; 4. Verfahrungsarten zur Vollendung und Verschönerung des Blechs.

1. Die Gestalt, in welcher die Metalle zur Verfertigung des Blechs angewendet werden, ist die von breiten Stäben und von dicken Platten. Ersteres ist namentlich bei Eisen und Stahl der Fall, aus welchen man die Stäbe in ½ bis 1 Zoll Dicke und z. B. 3 Zoll Breite unter dem Stabwalzwerke (s. den Artikel Eisen) herstellt, und dann unter einer mächtigen Scheere in Stücke zerschneidet, oder mit einem Meißel abhaut. Aus Kupfer, Messing, Tombak, Argentan, Zink, Zinn, Britanniametall, Blei, Gold und Silber gießt man Platten von verschiedener Dicke und Größe, wozu man, nach Beschaffenheit der Umstände, Formen von Sand, Stein oder Eisen gebraucht. In gewissen Fällen werden diese Platten — die man, wenn sie groß sind, nach Erforderniß mit der Scheere zertheilt — unter einem großen, vom Wasser getriebenen Hammer vorgeschmiedet und ausgebreitet.

2. Die Verfertigung des Bleches geschah ehemals größtentheils durch Schmieden mit Hämmern von mehreren Zentnern im Gewichte, welche durch Wasserkraft in Bewegung gesetzt wurden. Solches Blech hieß geschlagenes Blech. Gegenwärtig wendet man fast ohne Ausnahme Walzwerke an, welche aus zwei starken, sehr glatt und genau abgedrehten, überdieß noch mit Schmirgel abgeschliffenen Zylindern bestehen. Diese Zylinder macht man von Gußeisen nach Erforderniß von 1 Fuß bis 6 Fuß lang, und von 3 Zoll bis 30 Zoll dick. Sie werden in ein gußeisernes Gestell (Walzgerüst) horizontal, eine über der anderen, eingelegt, und durch Wasser- oder Dampfkraft um ihre Achse gedreht. Durch Schrauben wird vor jedem neuen Durchgange des Metalls die Oberwalze etwas tiefer herabgestellt, um das Metall allmälig dünner zu strecken. So lange die auszuwalzenden Platten noch dick sind, bringt man sie einzeln zwischen die Walzen; späterhin legt man mehrere auf einander. Die Abbildung eines Blechwalzwerkes kommt im Artikel Eisen vor. Das gewalzte Blech hat vor dem geschlagenen vielfache Vorzüge. Seine Erzeugung geht schneller von Statten; es fällt glätter und von gleichmäßigerer Dicke aus, und eignet sich daher zu allen Anwendungen besser.

3. Glühvorrichtungen sind in mehr als einer Hinsicht bei der Blechfabrikation erforderlich. Die härtesten Metalle, namentlich Eisen und Stahl, müssen während der ganzen Fabrikation im glühenden Zustande behandelt werden. Auch beim Walzen des Kupfers wendet man oft dieses Verfahren an. Messing, Tombak und Argentan sind in der Glühhitze weniger dehnbar als bei gewöhnlicher Temperatur, und müssen daher kalt unter die Walzen kommen, werden aber von Zeit zu Zeit ausgeglüht, um ihnen die durch das Walzen entstehende Härte und Sprödigkeit zu nehmen. Zuweilen wird das Kupfer ebenfalls nach dieser Methode bearbeitet, und regelmäßig ist dieß auch mit Gold und Silber der Fall. Zink, Zinn, Britanniametall und Blei können, ihrer Leichtschmelzbarkeit wegen, nicht der Glühhitze ausgesetzt werden; man bearbeitet sie daher gänzlich kalt, oder wärmt das Zink bis zu ungefähr 125° C. (bei welcher Temperatur es die größte Dehnbarkeit besitzt), das Zinn, so lange es noch in dicken Platten ist, bis zu 40 oder 50° C. an. — Man bedient sich auf den Blechhütten theils offener Glühherde, theils einfacher Zugöfen mit einem Roste, worin die Stäbe, Platten und Bleche geradezu auf das Brennmaterial gelegt werden; theils der Flammöfen, in welchen das Metall auf einem gemauerten Glühherde eingesetzt und durch die aus einem anstoßenden Feuerherde darüber hinstreichende Flamme erhitzt wird.

4. Die letzte Zurichtung des Bleches besteht oft nur in dem Beschneiden der Tafeln mit einer Scheere, um ihnen gerade Kanten und die vorschriftmäßige Gestalt und Größe zu geben. Messing- und Tombakbleche werden sehr oft, um ihnen die vom Glühen herrührende schwarze Oxydkruste zu nehmen, mit verdünnter Schwefelsäure abgebeizt, und — wenn sie Glanz erhalten sollen — mit stählernen messerartigen Klingen abgeschabt oder unter einer schnell umlaufenden Schmirgelwalze abgeschliffen. Sehr dünne Bleche von Messing und Argentan, welche eine große Steifigkeit erlangen müssen, schlägt man nach dem Abbeizen, zu 20 und mehr Tafeln auf einander liegend, unter einem vom Wasser in Bewegung gesetzten Hammer. Auf diese Art entsteht aus Messing das Rauschgold, aus Argentan das Rauschsilber. (Vergl. übrigens die Artikel Eisen, Messing).

Blei. Unter allen Metallen ist das Blei eins der am längsten bekannten, da schon in den Büchern Mosis davon gesprochen wird.

Es ist sehr verbreitet, und kommt in einer Menge verschiedener Erze vor, deren eines jedoch, der Bleiglanz, an Wichtigkeit alle übrigen weit übertrifft.

Von den im Mineralreich vorkommenden Bleiverbindungen führen wir folgende auf:

1. Bleiglanz. Schwefelblei von bleigrauer Farbe, vollkommenem Metallglanz und blättriger oder körniger Struktur. Spez. Gew. = 7,56. Er krystallisirt in Würfeln und verwandten Formen, läßt sich leicht nach den Richtungen der Würfelflächen spalten, kommt aber noch häufiger in derben Massen von grob- oder feinkörnigem Gefüge vor, in welcher Beziehung der Bergmann ihn in grob-, klein- und feinspeisigen Bleiglanz unterscheidet.

Vor dem Löthrohr verbrennt der Schwefel allmälig, während die Kohle mit gelbem Bleioxyd beschlägt, und zuletzt ein geschmeidiges Bleikorn zurückbleibt. Er besteht in 100 Theilen aus 86,55 Blei und 13,45 Schwefel. Sehr häufig enthält der Bleiglanz kleine Mengen fremder Metalle, besonders Silber, Kupfer und Antimon. Der Silbergehalt fehlt selten ganz, ist aber gewöhnlich nur gering, steigt jedoch zuweilen bis auf 20 Prozent. In dem letzteren Falle bildet er das in Freiberg vorkommende lichte Weißgültigerz. Bei irgend erheblichem Silbergehalt spielt dieser die Hauptrolle, so daß der Hüttenmann einen solchen Bleiglanz als Silbererz betrachtet. — Der krystallisirte und späthige oder grobspeisige Bleiglanz pflegt sehr arm an Silber zu sein, und so wenig davon zu enthalten, daß es durch die Analyse kaum zu entdecken ist, während der klein- und noch mehr der feinspeisige Bleiglanz silberreicher ist.

Durch einen Antimongehalt wird der Bleiglanz so außerordentlich feinkörnig, daß er in eine dichte Masse übergeht, welche den Namen Bleischweif führt.

2. Weißbleierz, kohlensaures Bleioxyd, kommt im reinsten Zustande in Form farbloser, durchsichtiger, gewöhnlich jedoch nur durchscheinender prismatischer Krystalle vor, und wird dann Bleispath genannt. Es löst sich in verdünnter Salpetersäure unter Aufbrausen, wird durch Schwefelwasserstoff augenblicklich geschwärzt, und läßt sich auf der Kohle sehr leicht zu einem Bleikorn reduziren. Das Weißbleierz kommt fast nie in größeren Massen vor, sondern pflegt nur in kleinen Partien als Begleiter anderer Bleierze, besonders des Bleiglanzes aufzutreten, weßhalb es für die Bleigewinnung von ganz untergeordneter Wichtigkeit ist.

3. Bleivitriol, schwefelsaures Bleioxyd. Steht in seinen äußeren Eigenschaften dem vorhergehenden sehr nahe, unterscheidet sich aber dadurch, daß er mit Säuren nicht braust, und durch Schwefelwasserstoff nicht so schnell geschwärzt wird. Vor dem Löthrohr zerknistert er zuerst, schmilzt dann zu einer durchsichtigen Perle, die beim Erkalten unklar wird, und gibt bei anhaltendem Blasen zuletzt ein Bleikorn. Er ist selten und wird zur Bleigewinnung nicht benutzt.

4. Phosphorsaures Bleioxyd, gewöhnlich in grünen oder braunen sechsseitigen Prismen, oder nierenförmig; durchscheinend und von starkem Glasglanz. Vor dem Löthrohr kommt es leicht zum Fluß und bildet beim Erstarren eine krystallinische, durch ziemlich geradflächige Facetten begrenzte Perle, daher der Name Pyromorphit.

5. Arseniksaures Bleioxyd. Stimmt mit dem Vorhergehenden in seinen äußeren Eigenschaften fast ganz überein, nur pflegt es eine gelbe Farbe zu besitzen. Da es gewöhnlich in nierenförmigen, traubigen Massen vorkommt, führt es auch den Namen Traubenblei. Da Arsenik und Phosphorsäure isomorph sind, sich also in ihren Verbindungen ersetzen können, so treten auch arsenik- und phosphorsaures Blei sehr häufig in chemische Verbindung und bilden in den verschiedensten Verhältnissen

verbunden Doppelsalze. Keines von beiden ist für die Bleigewinnung wichtig.

6. Hornblei, eine Verbindung von kohlensaurem Bleioxyd und Chlorblei.

7. Rothbleierz, chromsaures Bleioxyd.

8. Vauquelinit, chromsaures Blei- und Kupferoxyd.

9. Gelbbleierz, molybdänsaures Bleioxyd.

10. Scheelbleierz, scheelsaures Bleioxyd.

11. Selenblei, dem Bleiglanz ähnlich, enthält aber statt des Schwefels Selen.

12. Natürliche Mennige. Bleisuperoxydul; äußerst selten.

13. Gediegen Blei, natürlich vorkommendes metallisches Blei; ebenfalls eine der größten mineralogischen Seltenheiten.

Alle zuletzt (6—13) genannten Bleiverbindungen haben als Erze für die Bleigewinnung kein Interesse, und konnten deßhalb hier nicht näher beschrieben werden. Wichtig dagegen ist noch:

14. Die Bleierde, ein mechanisches Gemenge verschiedener Bleierze, besonders Weißbleierz und Bleivitriol, mit Thon und Eisenoxyd; eine ziemlich zerreibliche, sandige, schwere Masse von weißer oder rothbrauner Farbe. Sie kommt besonders zu Kall in der Eifel, zu Eschweiler, zu Tarnowitz in Schlesien, im Erzgebirge, am Harz u. a. a. O. vor, und bildet, wo sie in größerer Menge auftritt, wie namentlich zu Kall, ein nicht unwichtiges Bleierz.

Der Bleiglanz, welcher, wie erwähnt, das Hauptmaterial für die Bleigewinnung bildet, ist, mit Ausnahme der Bleierde, das einzige Bleierz, das in hinreichend großen Massen vorkommt, um Gegenstand des Bergbaues zu sein. Er findet sich fast nie im plutonischen Gebirge, also nicht im Granit, dem Hauptgliede desselben; häufiger schon im Grundschiefergebirge, so namentlich im Thonschiefer; am allgemeinsten aber im Uebergangsgebirge, wo er theils auf Lagern, theils und vorzugsweise auf Gängen, fast in allen bekannten Ländern angetroffen wird. Der dunkle Uebergangskalk ist es, der unter allen Gebirgsarten am häufigsten Bleiglanz führt, so z. B. zu Pierreville, in der Normandie, bei Clausthal und Zellerfeld, und den meisten übrigen Gruben des Harzes, zu Fahlun in Schweden, Derbyshire und Northumberland in England. Im Allgemeinen ist der Bleiglanz des Grundgebirges reicher an Silber, als jener der jüngern Gebilde.

Die hauptsächlichsten, gegenwärtig in Betrieb stehenden Bleibergwerke sind die folgenden: 1) Poullaouen und Huelgoat bei Cahaix in Frankreich, Depart. Finisterre. Die mächtigen Bleiglanzgänge, die hier im Thonschiefer aufsetzen, der zunächst auf Granit aufliegt, sind seit mehr als 300 Jahren bekannt, und liefern jährlich über eine Million Pfund Blei, aus welchen über 1000 Pfd. Silber erfolgen. 2) Zu Villeforte und Viallaz, Depart. der Lozère, sind Bleiglanzgruben, die jährlich 2000 Zentner Blei mit 880 Pfd. Silber liefern. 3) Bei Pezey und Macot in Savoyen ist eine Bleiglanzgrube im Talkschiefer in Betrieb, die jährlich 4000 Zentner Blei und etwa 1100 Pfd. Silber produzirt. 4) Die Grube von Vedrin bei Namur in Belgien baut auf einem Bleiglanzgang, der in dichtem Uebergangskalk aufsetzt, und liefert jährlich 4000 Zentner Blei, aus welchen 385 Pfd. Silber gewonnen werden. 5) Die Bleiglanze der sächsischen Bergwerke im Erzgebirge sind so reich an Silber, daß das Blei kaum in Betracht kommt, weßhalb von ihnen im Artikel Silber ausführlich die Rede sein wird. 6) Der Harz und vorzugsweise die Oberharzer Bergwerke liefern eine jährliche Ausbeute von durchschnittlich 73000 Ztr. Frischblei (d. i. reines Blei) und 2000 Ztr.

Hartblei nebst 23000 Pfd. Silber und 12500 Ztr. Bleiglätte; und zwar betheiligen sich daran die einzelnen Hüttenwerke folgendermaßen: Die Frankenscharner Hütte bei Clausthal mit 32 bis 34000 Ztrn. Frischblei, 12 bis 1400 Ztr. Hartblei, 8000 Ztr. Glätte und 10000 Pfd. Silber; die Altenauer Hütte mit 20 bis 23000 Ztr. Frischblei, 6 bis 7000 Ztr. Hartblei, 2000 Ztr. Glätte und 5000 bis 5500 Pfd. Silber; die Lautenthaler Hütte mit 18 bis 19000 Ztr. Frischblei, 3 bis 400 Ztr. Hartblei, 3000 Ztr. Glätte und 4000 bis 4500 Pfd. Silber; die Andreasberger Hütte mit 5 bis 900 Ztr. Frischblei, 3 bis 400 Ztr. Hartblei und 3000 bis 3500 Pfd. Silber 7) Im preußischen Staate betheiligten sich an der Bleiproduktion die drei Hauptbergdistrikte im Jahre 1848 folgendermaßen: Der schlesische mit 7110 Zentnern Kaufblei und 4732 Ztr. Glätte; der sächsisch-thüringische mit 323 Ztr. Kaufblei; der rheinische mit 47628 Ztr. Kaufblei und 7190 Ztr. Glätte (nebst 24978 Ztr. Glasurerz, d. i. feingemahlenem Bleiglanz). 8) Oesterreich besitzt die hauptsächlichsten Bleiwerke zu Bleiberg bei Villach und zu Raibl in Kärnten, zu Pribram, Mies, Bleistadt in Böhmen, außerdem in Ungarn, Siebenbürgen, der Bukowina, Steiermark und Tirol. Die Gesammtausbeute steigt über 86000 Ztr., wozu Kärnten und Krain allein über 58000 Ztr. liefern. 9) Spanien hat bedeutende Bleigruben bei Linares am südlichen Abhange der Sierra Morena und in andern Gegenden, und produzirt etwa 60000 Ztr. 10) Großbritannien geht hinsichtlich der Bleiproduktion allen andern Ländern vor. Die gegenwärtige jährliche Ausbeute beträgt 638000 Ztr., welche sich folgendermaßen vertheilen:

Wales (Flintshire und Denbigshire)	150000	Zentner,
Schottland (in Uebergangs-Grauwacke)	56000	„
Durham, Cumberland und Yorkshire (im kohlenhaltigen Kalkstein)	380000	„
Derbyshire	20000	„
Shropshire	16000	„
Devon und Cornwall	16000	„

11) Rußland produzirt 17500 Ztr. Blei. 12) Die Vereinigten Staaten von Nordamerika 42000 Ztr. Die gesammte Bleigewinnung in Europa und Amerika kann hiernach auf jährlich etwa 100 Millionen Pfund veranschlagt werden.

Aufbereitung der Bleierze. Da in dem Artikel Metallurgie von der Aufbereitung der Erze im Allgemeinen ausführlich die Rede ist, so dürfen wir um so mehr, als gerade die Bleierze den dort beschriebenen Arbeiten unterliegen, uns hier auf einen kurzen Ueberblick beschränken. Nachdem die Erze, Bleiglanz, aus der Grube gefördert worden, werden sie gewöhnlich gleich in unmittelbarer Nähe des Förderungspunktes ausgeschlagen, indem man mit Handhämmern die Gänge zerschlägt, um eine vorläufige Trennung des Erzes vom tauben Gestein zu bewirken. Letzteres wird über die Halde gestürzt, ersteres in Scheidegänge und Pochgänge sortirt, und zu dem Ende nach der Scheidestube oder dem Pochwerke transportirt. Die Scheidegänge, d. i. solche reichhaltige Stücke, die durch bloßes Abschlagen aus freier Hand von dem anhängenden Gestein getrennt werden können, werden auf der Scheidebank gewöhnlich von Knaben, Scheidejungen, auf eisernen Platten zerschlagen, und in a) reines Erz, welches der Hütte überliefert werden kann; b) solches Erz, welches zum unmittelbaren Verschmelzen zu unrein, zur nassen Aufbereitung aber zu gut ist, und daher dem Siebsetzen zufällt; c) Pocherz, nämlich solche arme, innig gemengte Erze, welche nur durch die nasse Aufbereitung zu Gute gemacht werden können; d) Scheidemehl, der beim Zerschlagen abfallende Staub, welcher dem Siebsetzen mit übergeben

wird; e) taubes Gestein, gesondert. Die Pochgänge nebst dem bei der Scheidung gewonnenen Pocherz werden im Pochwerk gestampft, und das Pochmehl der nassen Aufbereitung durch Schlämmen unterworfen.

Verschmelzen der Bleierze. Je nachdem die Erze das Blei in Verbindung mit Schwefel (Bleiglanz) oder mit Sauerstoff (Weißbleierz, Bleierde) enthalten, muß die Darstellung auf verschiedene Art erfolgen; machen wir mit dem ersteren den Anfang.

A. Verschmelzung des Bleiglanzes.

Es handelt sich hierbei um die Trennung des Bleies vom Schwefel, wobei auf andere etwa beigemengte Metalle (Silber, Kupfer und Antimon) vorläufig keine Rücksicht genommen wird; vielmehr kann die Abscheidung der letzteren erst aus dem fertig dargestellten Blei erfolgen, zu welchem Zwecke es besonderen Prozessen unterworfen wird. Uebrigens würde die Entfernung des Antimons, da wo solches in großer Menge vorhanden ist, nicht ein Mal vortheilhaft sein, weil antimonhaltiges Blei, Hartblei, für manche Zwecke gesucht und also leicht verkäuflich ist. Das auf eine oder andere Art gewonnene, noch fremde Metalle enthaltende, nicht für den Handel bestimmte Blei wird Werkblei genannt, und erst, durch anderweitige Prozesse gereinigt, unter dem Namen Kaufblei, oder sofern es bei dem Reinigungsprozeß aus der Glätte reduzirt wurde, Frischblei, in den Handel gebracht.

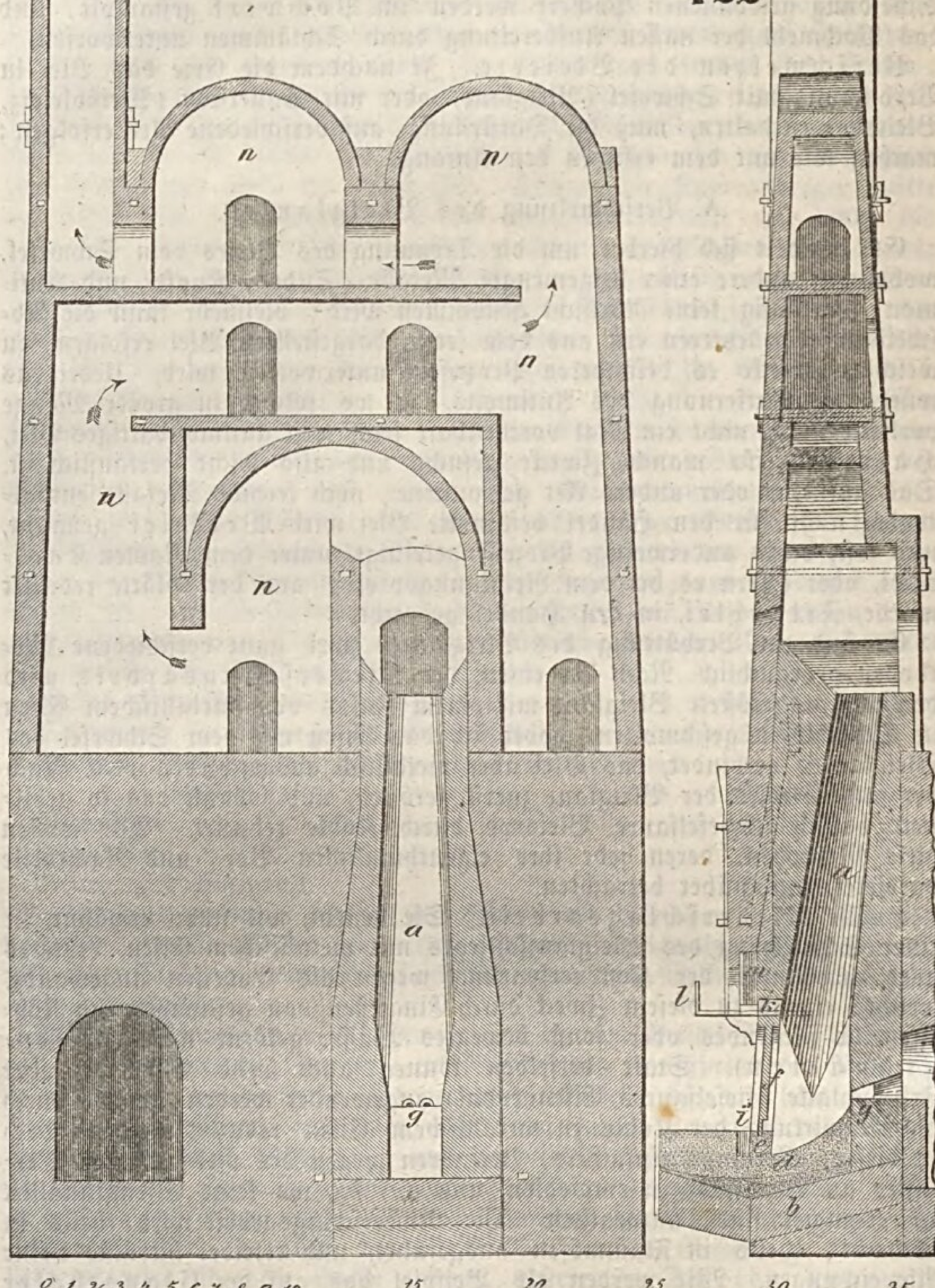
Es sind zur Verhüttung des Bleiglanzes zwei ganz verschiedene Methoden gebräuchlich. Nach der einen, der Niederschlagsarbeit, wird der rohe ungeröstete Bleiglanz mit einem Zusatz von metallischem Eisen in Schachtöfen geschmolzen, wobei sich das Eisen mit dem Schwefel des Bleiglanzes verbindet, das Blei aber metallisch ausgeschieden wird. Nach der andern wird der Bleiglanz zuerst geröstet, und sodann das so gebildete basisch schwefelsaure Bleioxyd durch Kohle reduzirt. Wir wollen diese Methoden, deren jede ihre eigenthümlichen Vor- und Nachtheile darbietet, nun näher betrachten.

1. Die Niederschlagsarbeit. Sie besteht, wie schon erwähnt, in einer Schmelzung des Bleiglanzschlieges mit metallischem Eisen. Letzteres wird gewöhnlich der Kostenersparung wegen als Roheisen angewandt, welches eigens zu diesem Zweck durch Eingießen von geschmolzenem Roheisen in fließendes oder sonst bewegtes Wasser gekörnt wird (Eisengranalien). Statt derselben können auch rohe Eisenerze oder Frischschlacke (kieselsaures Eisenoxydul) angewendet werden, welche durch die Einwirkung der Kohle zu metallischem Eisen reduzirt werden; doch ist dieses, allerdings einfachere, Verfahren wegen des viel größeren Verlustes an Blei nicht zu empfehlen, und nur da, wo keine Eisengranalien zu erlangen sind, anzurathen. Die Niederschlagsarbeit wird theils in Schacht-, theils in Flammöfen ausgeführt, und erleidet hiernach kleine Abweichungen. Wir werden als Beispiel das auf der Clausthaler Hütte gebräuchliche Verfahren beschreiben. Der hierzu dienende Schachtofen ist in Fig. 121 und 122 abgebildet, welche beide den Ofen in vertikalen, rechtwinklig gegen einander genommenen Durchschnitten darstellen.*)

Den unteren Theil, bis zur Höhe von 23 Fuß, nimmt der Schachtofen ein, den oberen Theil, bis zu einer Gesammthöhe von 45 Fuß, die zum Sammeln des aus dem Ofen getriebenen Hüttenrauches und zur Verdichtung der Bleidämpfe dienenden Flugstaubkammern. a der Schacht, b der Sohlstein, welcher zunächst mit einer Lehmsohle c und darüber einer Gestübbesohle d bedeckt wird. Der untere Raum des Schachtes

*) M. s. die Oberharzer Hüttenwerke, von Bruno Kerl.

121 122



ist durch einen Vorsatzstein e und die Vorwand f geschlossen. Bei g liegen zwei Blasformen neben einander, durch deren jede der von vier gekuppelten hölzernen Spitzbälgen erzeugte Wind mittelst lederner Schläuche und kupferner Düsen in den Ofen geleitet wird. Unter dem Vorsatzsteine wird die zum Abstechen der flüssigen Metallmasse dienende Stichöffnung angebracht, und davor bei i der Vortiegel in der Gestübbesohle angelegt. Bei k ist eine Oeffnung in der Ofenmauer, um mittelst der Räumnadel l den im Ofen hängen gebliebenen Satz herabholen zu können. Diese Oeffnung ist gewöhnlich durch einen Stein geschlossen. m ein Kanal, durch welchen die dem Vorherd entsteigenden Bleidämpfe

in die Kondensationskammern abgeführt werden. n die Kondensationskammern, durch welche die dem Ofen entströmenden, mit Bleidämpfen beladenen Gase in der Richtung der Pfeile ihren Weg nehmen.

Als Brennmaterial werden Holzkohlen angewandt, da sich Kokes in mehrfacher Beziehung nachtheilig gezeigt haben.

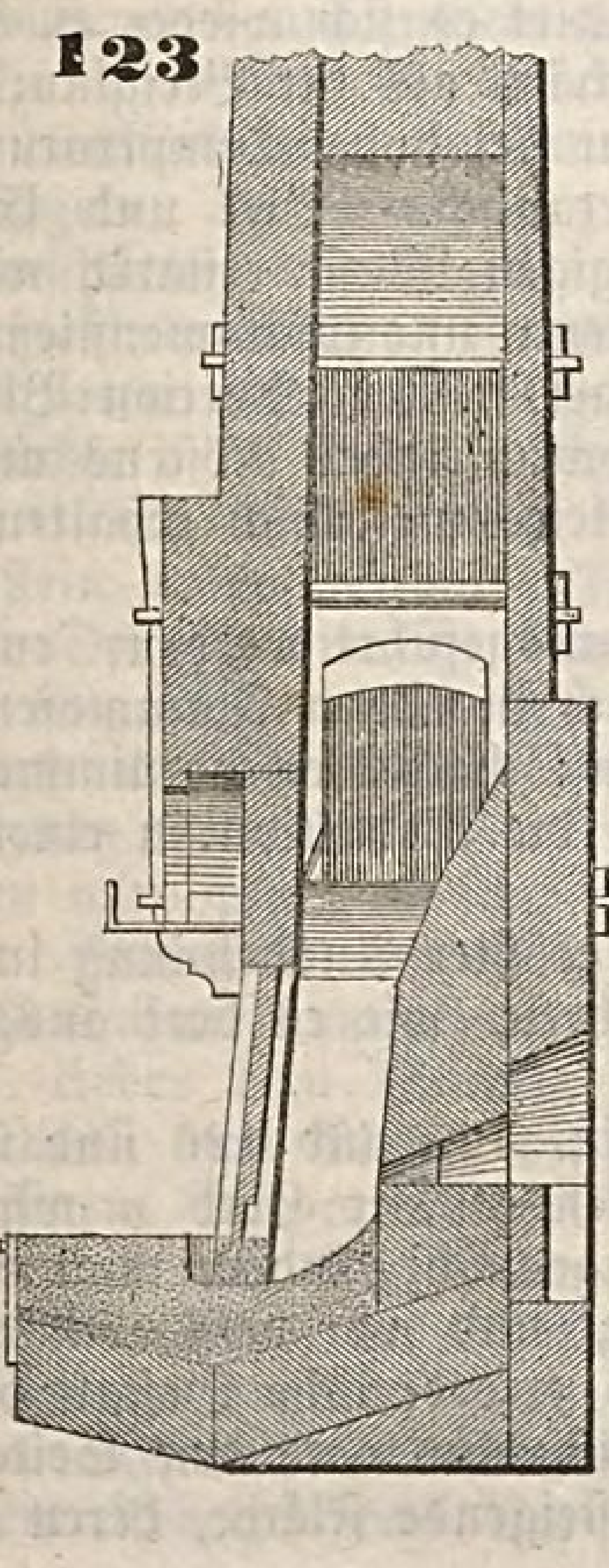
Um einen gleichmäßigen guten Gang des Schmelzprozesses zu erzielen, wird eine Mischung (Gattirung) verschiedener Schliege vorgenommen, indem man ärmere mit reichern, und strengflüssige, kieselerdehaltige mit leichtflüssigen, Kalk und Eisenspath haltenden zusammennimmt. Je 40 Ztr. Schlieg erhalten als Zuschlag $4\frac{1}{2}$ bis 5 Ztr. granulirtes Eisen, außer diesem noch 24 Ztr. Steinschlacken (Schlacke von der Bleisteinarbeit), 18 Ztr. Schliegschlacken und 6 Ztr. unreiner Glätte.

Alle 2 bis $2\frac{1}{2}$ Stunden wird abgestochen, worauf sich im Stichherd das Blei seines größeren spezifischen Gewichts wegen von dem Stein, d. i. dem Schwefeleisen, trennt. Dieser letztere wird, so wie er erstarrt ist, von dem noch flüssigen Blei abgehoben, und dieses sodann in kugelsegmentförmige eiserne Formen gegossen.

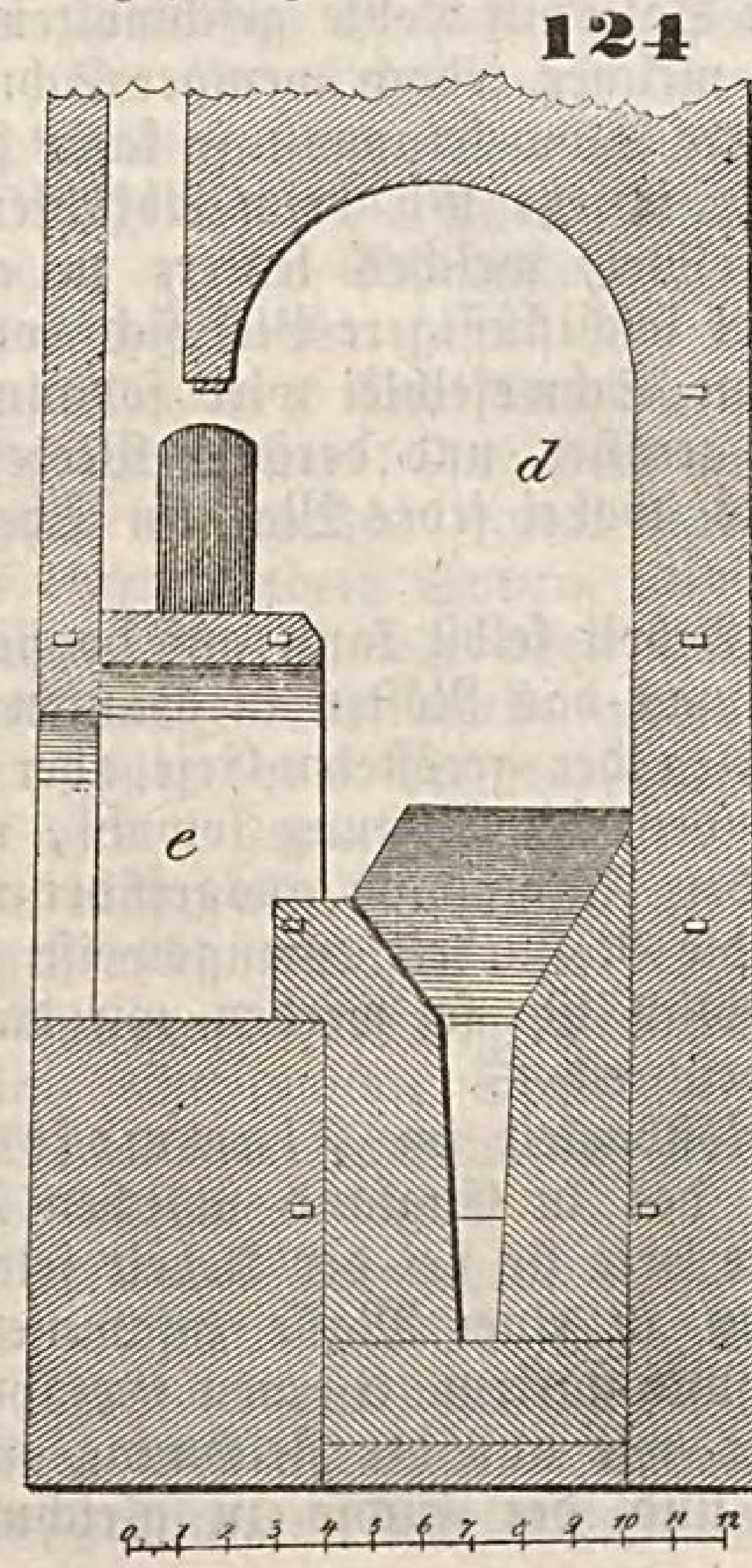
Der Stein, eine Verbindung von Schwefeleisen mit Schwefelblei und Schwefelkupfer, nebst einer geringen Menge Silber und Antimon, wird der Steinarbeit unterworfen, um das in ihm enthaltene Blei, Kupfer und Silber zu gewinnen. Er wird zu dem Ende in Haufen von 2000 Zentnern auf eine Lage Holz gebracht, diese entzündet, und so die Röstung der Schwefelmetalle eingeleitet, welche 3 bis 4 Wochen dauert. Die unvollkommen gerösteten Stücke werden einer zweiten, 1 bis 2 Wochen dauernden Röstung, ja selbst noch mehren Röstungen unterworfen, bis alle Theile möglichst vollständig geröstet sind.

Das Verschmelzen (Durchstechen) geschieht im Krummofen, von welchem die Fig. 123 und 124 vertikale Durchschnitte geben. Der Sohlstein wird ganz in derselben Art, wie bei dem vorhin beschriebenen Schliegofen mit Lehm und Gestübbeschichten ausgeschlagen. Ueberhaupt stimmt

123



124



die Einrichtung des Ofens, bis auf die sehr abweichende Gestalt des Schachtes, mit jenem in vielen Punkten überein, und bedarf keiner näheren Beschreibung. d die Flugstaubkammer, e Zugang zum Aufgeben des Satzes. Das Steinschmelzen selbst, wozu als Brennmaterial Kokes benutzt werden, hat den Zweck, das im Stein enthaltene Bleioxyd mittelst der Kohle, ferner das noch unzersetzte Schwefelblei durch Eisen zu reduziren, das in ihm vorwaltend enthaltene Eisenoxyd aber zu verschlacken, d. h. im oxydirten Zustande mit den kieselhaltigen Zuschlägen zu einer glasartigen Masse zu vereinigen, und so von dem reduzirten Blei zu trennen. Die Beschickung besteht in 36 Ztrn. geröstetem Stein, 1 Ztr. Eisengranalien, 6 Ztr. Herd, ½ Ztr. Abstrich (diese letzteren Beiden von der Treibarbeit herrührend), und 13 Ztr. Schliegschlacken, zu welcher Quantität 4½ bis 5 Ztr. Kokes kommen. Als Produkte werden erhalten: Werkblei, Steinschlacken und Stein, welcher wieder geröstet und einem abermaligen Durchstechen unterworfen wird. Hierbei geht das Kupfer wieder in den Stein, welcher nunmehr als Kupferstein behandelt und auf Schwarzkupfer verarbeitet wird, wie in dem Artikel Kupfer näher auseinandergesetzt ist.

Es wurde schon angeführt, daß in Ermangelung von Eisengranalien auch Eisenerze und Eisenfrischschlacken gebraucht werden können, welche durch Einwirkung der Kohle erst reduzirt werden, und sodann als metallisches Eisen ihre Wirkung machen. Diese Methode ist in der Eifel, bei Commern am Bleiberge im Regierungsbezirk Köln, gebräuchlich. Der feine Bleiglanzschlieg wird, um das Verstauben zu verhüten, mit gelöschtem Kalk zu Kuchen geformt, und diese werden mit der Hälfte ihres Gewichtes Eisenfrischschlacken auf kleinen Krummöfen verschmolzen.

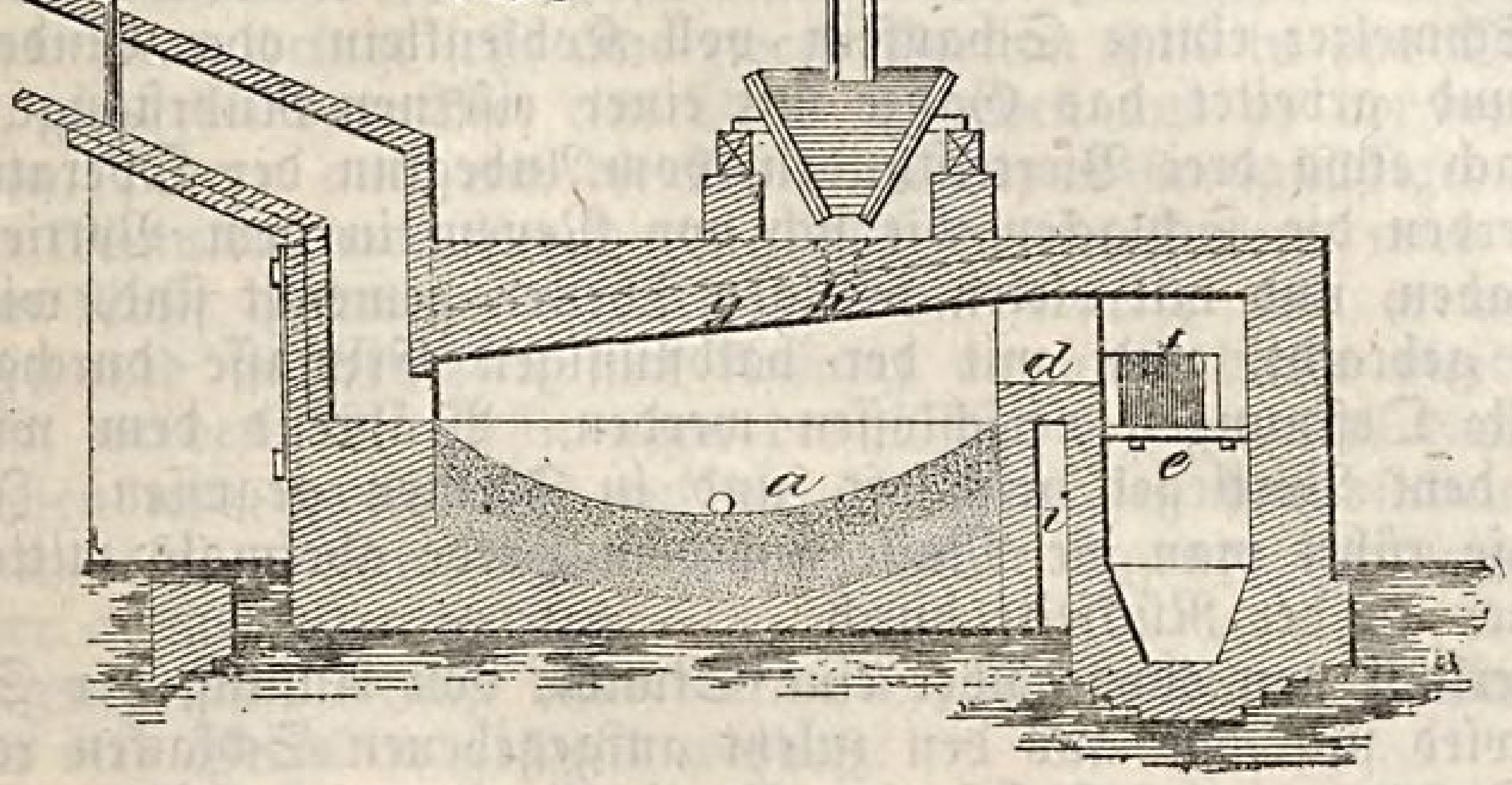
2. Die Röstarbeit. — Beim Rösten des Bleiglanzes, Einfach-Schwefelblei, wird immer nur ein Theil seines Schwefelgehaltes ausgetrieben, der Rest oxydirt sich zu Schwefelsäure, welche mit dem gebildeten Bleioxyd sich zu einem basischen Salz verbindet. Wird nun dieses basische Salz mit Kohle geschmolzen, so reduzirt es sich wieder zu Schwefelblei, welches jedoch weniger Schwefel enthält, als der Bleiglanz. Diese niedrigere Schwefelungsstufe kann jedoch nur bei hoher Temperatur existiren; sie zersetzt sich beim Abkühlen in metallisches Blei und Einfach-Schwefelblei, welches letztere zu einer teigigen Masse erstarrt, während das viel leichtflüssigere Blei sich von ihm trennt und zusammenfließt. Das erhaltene Schwefelblei wird sodann mit einer frischen Portion Bleiglanz wieder geröstet, und derselbe Prozeß des abwechselnden Röstens und Reduzirens, wobei jedes Mal ein Theil des Bleies metallisch erhalten wird, wiederholt.

Die Arbeit selbst kann auf doppelte Art ausgeführt werden, entweder indem man das Rösten in Haufen oder auch in einem Flammofen, das Schmelzen der gerösteten Erze aber in einem Schachtofen vornimmt; oder aber, indem die Röstung sowohl, wie auch die Reduktion in einem und demselben Flammofen ausgeführt wird.

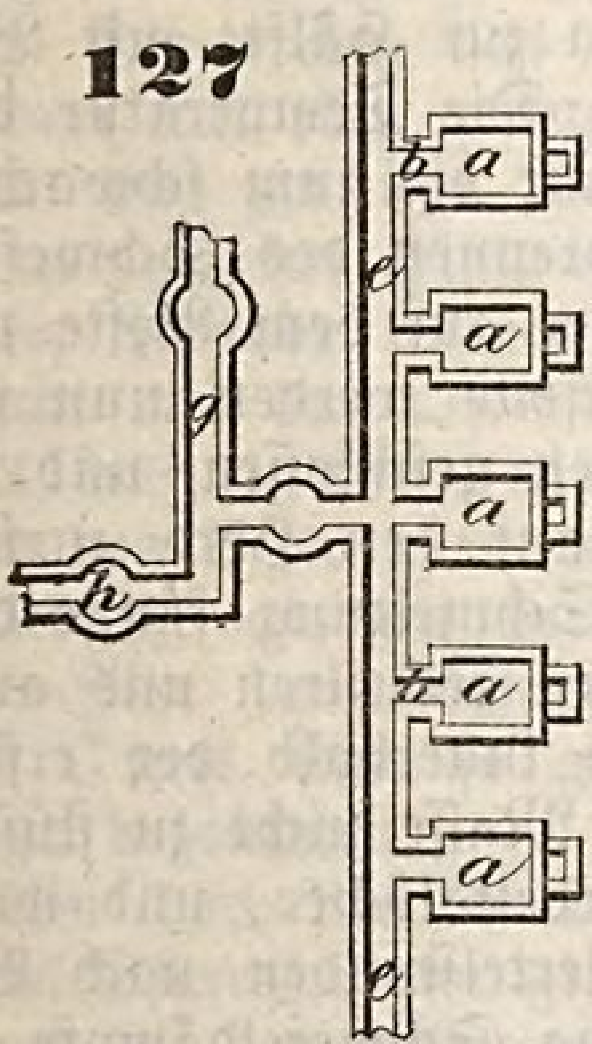
Da die Röstarbeit vorzugsweise und in größter Ausdehnung in England üblich ist, so werden wir das Verfahren, wie es dort ausgeführt wird, beschreiben.

a) Röstbarkeit im Flammofen. — Fig. 125 und 126 sind Durchschnitte des in England üblichen Flammofens. Der Herd a wird aus Schlacke, wie sie bei der Arbeit selbst fällt, gemacht, indem man dieselbe im Ofen zu einer Masse zusammenschmelzt, und vor dem völligen Erstarren mit starkem eisernen Gezähe in die erforderliche Gestalt bringt; er bildet, wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, eine nach den Seiten des Rostes und der Füchse zu gleichmäßig ansteigende Fläche, deren größte

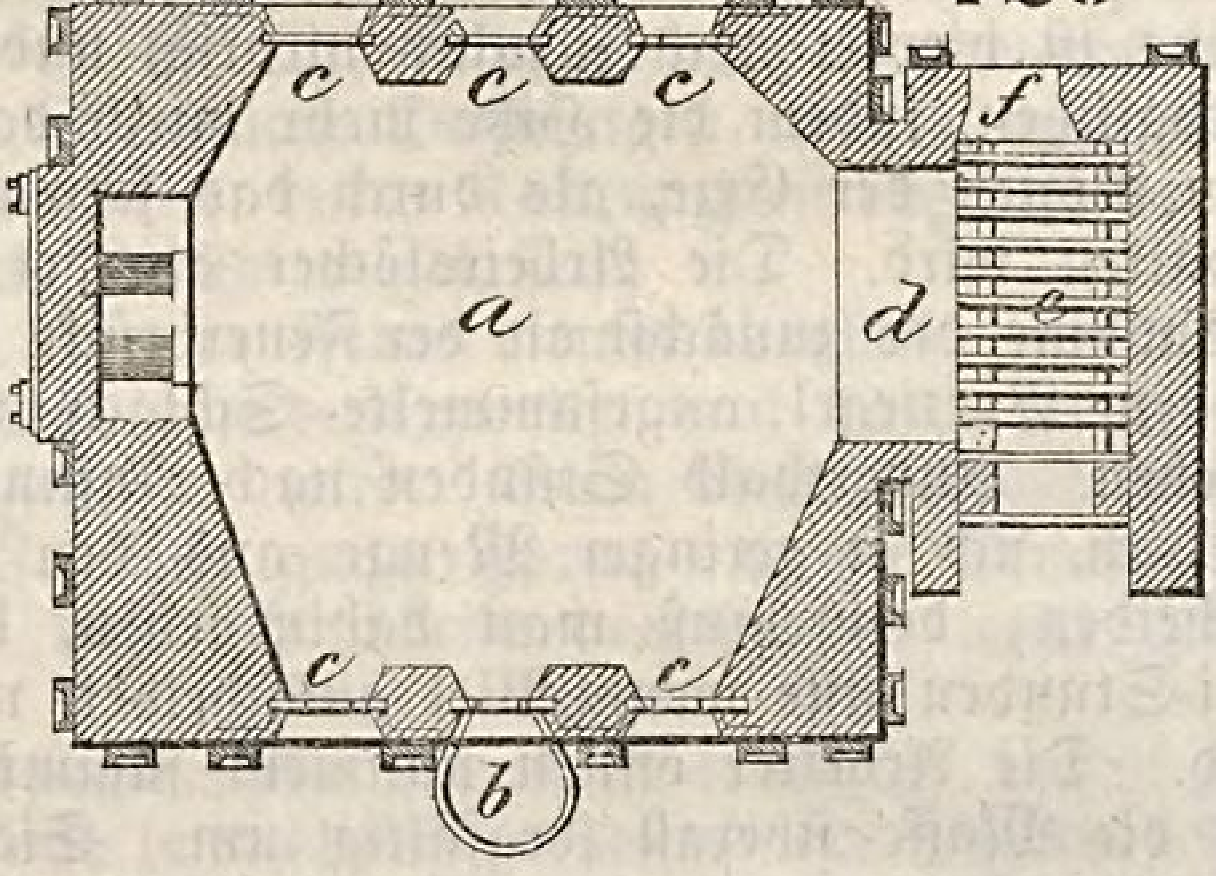
125



127



126



Tiefe aber nicht in der Mitte des Ofens, sondern an der Arbeitsseite ist, so daß das Blei durch das Stichloch vollständig ablaufen, und sich in dem Vortiegel b ansammeln kann. Die Tiefe des Herdes ist gewöhnlich 24 Zoll; c, c, c sind die Arbeitslöcher, d die Feuerbrücke, mit einem unterhalb durchgehenden Luftkanal zur Abkühlung; e der Rost, f die Thür zum Aufgeben der Feuerung, g das Ofengewölbe mit einer Oeffnung h zum Einschütten des Erzes. Ein einziger großer Schornstein dient zur Aufnahme des Rauches sämmtlicher Flammöfen der Hütte, wie sich aus dem skizzirten Grundrisse Fig. 127 ergibt; a, a, a sind hier die Oefen, deren Füchse b in den Hauptkanal e einmünden, der 5 Fuß hoch und 2½ Fuß breit ist. Von diesem führt wieder ein weiter Kanal nach dem Schornstein h; ein Kanal g kann nach einem andern System von Oefen führen. Der jedesmalige Einsatz beträgt 20 Ztr., der oben durch den Rumpf eingeschüttet und über den Herd ausgebreitet wird, wobei außer dem noch auf dem Roste brennenden Feuer von der vorhergehenden Schmelzung weiter kein Feuer gegeben wird. Innerhalb der ersten zwei Stunden wird nur ganz schwach gefeuert, wobei alle Oeffnungen geschlossen bleiben. Während dem ist der Vortiegel noch mit dem von der vorhergehenden Schmelzung gewonnenen Blei und den darauf liegenden Schlacken gefüllt. Ueber dem Stichloch läßt man eine schmale Spalte offen, die aber auch in dem Maße, wie sich im Verlauf der Schmelzung der Herd mit flüssigem Blei anfüllt, mit Gestübbe zugemacht wird.

Bald nach dem Einsetzen und Ausbreiten der Erze werden die beiden letzten Arbeitslöcher an der Arbeitsseite geöffnet, und die Schlacken aus dem Vortiegel auf den Herd gebracht. Man öffnet nun das Stichloch, um das aus den Schlacken abgeschiedene Blei abzulassen, während zugleich ein Arbeiter das Erz durch die geöffneten Arbeitslöcher an der

Rückseite umsticht, worauf diese wieder zugemacht werden. Demnächst gibt der Schmelzer einige Schaufeln voll Kohlenklein oder Cinders auf das Erz, und arbeitet das Ganze mit einer eisernen Rührstange kräftig durch. Nach etwa drei Viertelstunden, vom Anbeginn der Operation gerechnet, werden die Schlacken, die sich von Neuem in dem Vortiegel gesammelt haben, und mit vielen kohligen Theilen gemengt sind, wieder in den Ofen gebracht, und mit der halbflüssigen Erzmasse durchgerührt, worauf alle Oeffnungen verschlossen werden. Während dem wird das Blei aus dem Vortiegel geschöpft, und in Formen gegossen. Ist dieß geschehen, so rührt man die Masse auf dem Herde abermals mittelst der Arbeitslöcher an der Rückseite durch.

Nach Verlauf von etwas über eine Stunde, von Anfang der Schmelzung an, wird nun das aus den zuletzt aufgegebenen Schlacken reduzirte Blei abgestochen, wodurch sich der Vortiegel etwa zur Hälfte mit Blei anfüllt, worauf wieder die Erzmasse gerührt wird. Die Temperatur des Ofens ist hierbei noch ziemlich niedrig, und geht nur bis zum schwachen Rothglühen, indem die Hitze mehr durch das Verbrennen des Schwefels beim Rösten der Erze, als durch das schwache Feuer auf dem Roste unterhalten wird. Die Arbeitslöcher an der Vorderseite werden nun mit Ausnahme des zunächst an der Feuerbrücke gelegenen geschlossen, und die in dem Vortiegel angesammelte Schlacke wieder auf den Herd zurückgegeben. Anderthalb Stunden nach Anfang der Schmelzung fängt das Blei an, sich in geringer Menge aus den Erzen zu reduziren und auszuscheiden, doch muß man dahin sehen, daß sich innerhalb der ersten zwei Stunden nur wenig Blei ausscheidet, und die Masse nicht zu flüssig wird. Die Arbeiter öffnen nunmehr sämmtliche Arbeitslöcher, und wenden die Masse überall sorgfältig um. Sieben Viertelstunden nach Beginn der Schmelzung bemerkt man nur noch wenig Schwefeldämpfe im Ofen, und die Temperatur ist ziemlich gesunken, auch scheidet sich kein Blei mehr aus der Masse ab. Das Feuer auf dem Roste wird nun wieder etwas stärker geschürt und alle Oeffnungen werden geschlossen.

Wenn nach Verlauf von zwei Stunden das erste oder Röstfeuer zu Ende ist, so wird ein etwas lebhafteres Feuer angemacht und 25 Minuten lang unterhalten (das zweite Feuer), wobei die Temperatur bis zu einer ziemlich lebhaften Rothglühhitze steigt, und das Blei in Menge sich am Grunde des Herdes ansammelt; dabei sucht der Schmelzer die Schlacken mit seiner Rührstange so viel wie möglich nach dem höheren Theile des Herdes zu schieben, wo sie von einem andern Arbeiter gleichförmig ausgebreitet werden. Man gibt nun durch das mittelste Arbeitsloch einige Schaufeln gebrannten Kalk auf das Blei, worauf man die Erz- und Schlacke-haltige Masse eine Viertelstunde lang umwendet, sie dabei aber immer nach der höheren Seite des Herdes hinschiebt und hier ausbreitet. Nach Verlauf dieser Zeit läßt man die Masse bei offenen Thüren noch etwas in Ruhe, damit das metallische Blei, das mit den Schlacken zurückgeschoben war, Zeit gewinnt, in die Tiefe des Herdes herabzufließen.

Bald darauf machen sich die Arbeiter wieder daran, die Schlacken und das Erz umzuwenden, und drei Stunden nach Anfang der Schmelzung wird neuerdings etwas stärkeres Feuer gegeben, nur um die Masse während des Rührens in mäßiger Hitze zu erhalten. Zehn Minuten später folgt das dritte noch stärkere Feuer, wobei das Register ganz aufgemacht, die Seitenöffnungen im Ofen aber geschlossen werden, und dieser nun drei Viertelstunden lang sich selbst überlassen bleibt. Nach vier Stunden vom Beginn der Schmelzung werden alle Thüren geöffnet, die Oberfläche der Masse geebnet, um das vollständige Ablaufen des Bleies zu

befördern, und das Erz mit der Schlacke wieder durchgearbeitet und gut ausgebreitet. Man bringt jetzt eine zweite Portion Kalk in den Ofen, in der Absicht, nicht nur dem Blei eine Decke zu geben und es vor der Oxydation zu sichern, sondern auch um die Schlacken etwas strengflüssiger zu machen.

Zehn Minuten nach Beendigung des dritten Feuers wird das Feuer auf dem Roste abermals verstärkt (viertes Feuer), und wenn nach vier Stunden und 40 Minuten von Anfang an auch dieses vierte Feuer zu Ende ist, werden alle Oeffnungen des Ofens freigemacht, das Blei wird abgestochen und etwas Kalk auf die in dem Ofen befindlichen Schlacken geworfen, worauf diese wieder auf die höher liegende Herdseite geschoben und hier ausgebreitet werden.

Die ganze Schmelzung dauert etwa 4½ bis höchstens 5 Stunden, und kann in vier Perioden getheilt werden:

1. Die erste, das erste Feuer, dient zum Rösten des Bleiglanzes, erfordert nur eine geringe Hitze und dauert zwei Stunden;

2. das zweite Feuer oder die eigentliche Schmelzung macht schon einen höheren Hitzgrad bei geschlossenen Oeffnungen nöthig. Zu Ende dieser Periode werden die Schlacken durch Kalkzusatz strengflüssiger gemacht und der Ofen ein wenig abkühlen gelassen;

3. und 4. das dritte und vierte Feuer dienen ebenfalls zur Reduktion des Bleioxydes, und weichen von dem zweiten nur durch die größere Glühhitze ab, die bei ihnen gegeben wird. Beim vierten Feuer erreicht die Hitze den höchsten Punkt. Die ganze Form und die Dimensionen des Ofens sind so gewählt, daß alle Theile des Herdes ganz gleiche Hitze bekommen.

Um das Blei in dem Vortiegel schon etwas zu reinigen, taucht man wohl Stangen von grünem Holz in dasselbe, wodurch ein lebhaftes Aufsprudeln durch Entwicklung von Wasserdämpfen und gasartigen Zersetzungsprodukten entsteht, welches die Abscheidung der Schlacke befördert, mithin das Blei reinigt, die Ausbeute an Blei jedoch nicht vermehrt.

Die Theorie dieser Schmelzarbeiten besteht in Folgendem: Das erste Feuer bezweckt nur, das Bleierz zu rösten, d. h. den Schwefel zu verbrennen und das Blei zu oxydiren, ein Zweck, der jedoch nie vollständig erreicht wird, so daß alle Mal ein Theil des Schwefelbleies unzersetzt bleibt. Der Schwefel geht beim Verbrennen theils in schwefelige Säure über, die sich verflüchtigt, theils in Schwefelsäure, die mit einem Theile des gleichzeitig gebildeten Bleioxyds zu schwefelsaurem Bleioxyd zusammentritt, so daß mithin die geröstete Masse in einer Mischung von Schwefelblei, schwefelsaurem Bleioxyd und Bleioxyd besteht, deren relative Mengen von der Sorgfalt abhängen, die auf die Leitung des Prozesses verwandt wurde. Nach beendigter Röstung wird die Hitze gesteigert, um die Masse in einen weichen halbflüssigen Zustand zu bringen, in welchem nun eine Wechselwirkung zwischen dem Bleioxyd und dem schwefelsauren Bleioxyd auf der einen und dem Schwefelblei auf der andern Seite eintritt, in Folge deren eine niedrigere Schwefelungsstufe des Bleies, Unterschwefelblei, entsteht. Dieses Unterschwefelblei aber existirt nur bei höherer Temperatur; wogegen es bei niederer in metallisches Blei und Einfachschwefelblei zerfällt. Durch das jedesmalige Abkühlen des Ofens also findet diese Abscheidung und Aussaigerung von metallischem Blei Statt, während das dabei entstandene Einfachschwefelblei in der demnächst gegebenen höheren Temperatur wieder durch die Einwirkung des schwefelsauren Bleioxyds in Unterschwefelblei umgewandelt wird. Diese abwechselnde Bildung von Unterschwefelblei durch Erhöhung der Temperatur und seine Zersetzung in metallisches Blei und Einfachschwefelblei bei verminderter Hitze bilden, nebst der anfänglichen Röstung, den wesentli-

chen Vorgang der Bleiarbeit, wie sie zu Holywell, Grassington und Cornwall betrieben wird. Der Kalkzusatz hat hauptsächlich den Zweck, das schwefelsaure Blei zu zerlegen, und Bleioxyd in Freiheit zu setzen, welches noch weit leichter als das schwefelsaure Blei sich mit Schwefelblei zu metallischem Blei zersetzt. Zugleich dient er dazu, die Verdickung der Schlacke auf mechanischem Wege zu befördern. Auch das Eisen der eisernen Rührstangen spielt bei dem Schmelzprozesse eine Rolle, indem es mit dem Schwefelblei in Wechselwirkung tritt, und wie bei der Niederschlagsarbeit metallisches Blei, unter Bildung von Schwefeleisen, abscheidet. Die eisernen Gezähe werden daher schnell abgenutzt, und müssen häufig erneuert werden. Die kleine Menge von Kohle, die in Grassington, zuweilen auch in Holywell zugegeben wird, trägt zur Reduktion des Bleioxydes und des gebildeten schwefelsauren Bleioxydes mit bei.

Die Schmelzarbeit im Flammofen ist besonders in sofern interessant, als hier der noch ungeröstete Theil des Schwefelbleies als Reduktionsmittel für den oxydirten Theil dient, ohne daß es im Allgemeinen eines weiteren reduzirenden Stoffes bedürfte, und nur zu Ende der Operation, wo wenig oder kein Schwefelblei mehr vorhanden ist, kann es nöthig werden, eine geringe Menge von Kohle auf den Herd zu bringen, um einen Theil des schwefelsauren Bleioxydes zu Schwefelblei zu reduziren, und so die nöthige Menge dieses letzteren wieder zu erlangen.

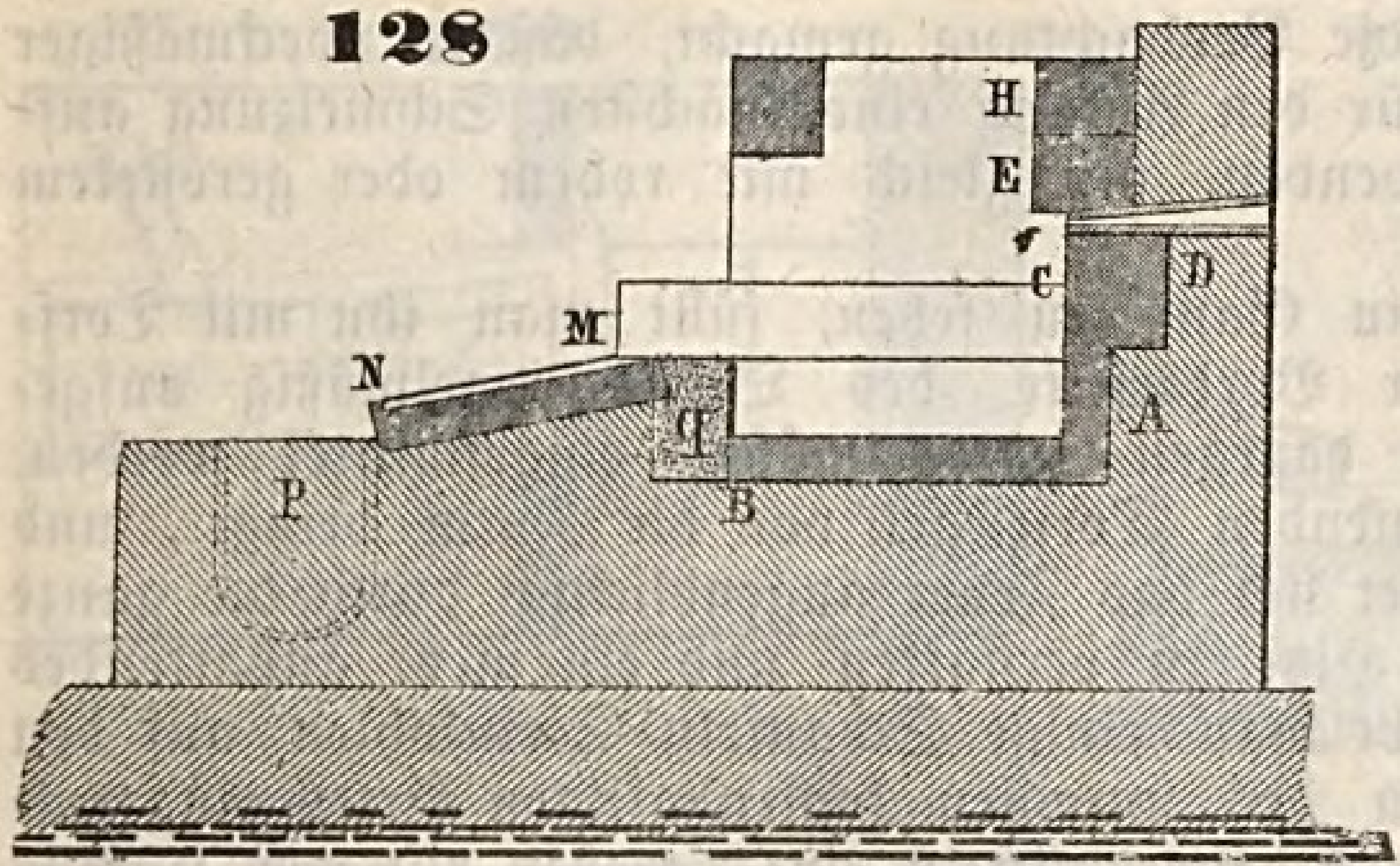
b) Röstbarkeit im Schachtofen. Hier wird, wie schon erwähnt, die Röstung und die Reduktion in getrennten Oefen vorgenommen, die erstere in Flamm-, die letztere in einem Schachtofen.

Zum Rösten dienen ganz ähnliche Flammöfen, wie der so eben beschriebene. Man besetzt sie mit 9 bis 11 Ztr. Erz, ohne allen Zuschlag, und röstet innerhalb 8 Stunden drei solcher Röstposten ab. Es kommt hierbei darauf an, das Feuer so zu reguliren, daß sich beständig ein starker Rauch entwickelt, und daß die Hitze nie hoch genug steigt, um das Erz in Fluß zu bringen, oder eine Schlackenbildung einzuleiten, weil jede Schmelzung die Porosität der Masse vermindern, und dadurch den Hauptzweck der Röstung, nämlich das Verbrennen des Schwefels und Antimons, so wie die Oxydation des Bleies, verhindern würde. Man wendet die Masse häufig, und breitet sie abwechselnd bald an der Seite der Feuerbrücke, bald in der Nähe des Fuchses auf dem Herde aus. Um zu verhüten, daß das geröstete Erz beim nachherigen Erkalten zu größeren Klumpen zusammenbackt, zieht man es sogleich nach beendigter Röstung aus dem Ofen, und wirft es in ein Faß mit kaltem Wasser, das unmittelbar unter einer der Seitenöffnungen des Ofens steht.

Zur Reduktion dient entweder der Schottische Ofen, oder ein Krummofen.

Der Schottische Ofen ist ein ganz niedriger Schachtofen, dessen innere Höhe 22 bis 24 Zoll, und dessen Querschnitt im Allgemeinen nur 1½ Fuß beträgt, jedoch nicht überall gleich, sondern in verschiedenen Höhen verschieden ist. (M. s. Fig. 128.) Die inneren Wände, sowie die Sohle dieses Ofens, bestehen aus Gußeisen. A B ist die gußeiserne Sohlplatte von 2½ Zoll Dicke, die an beiden Seiten und nach hinten mit einem 2½ Zoll dicken und 4½ Zoll hohen aufstehenden Rande versehen ist. Vor dieser Sohlplatte liegt eine andere gußeiserne Platte M N, der Werkstein, die ebenfalls an ihren Seiten, mit Ausnahme der der Sohlplatte zugewandten, mit einem einzölligen Rande umgeben ist. Dieser Werkstein hat eine schräg abwärts geneigte Lage, berührt aber nicht die Sohlplatte, sondern liegt mit dem hinteren Ende etwa 4½ Zoll höher als jene, und steht auch in horizontaler Richtung einige Zolle von ihr ab, so daß ein Zwischenraum q entsteht, der mit einer angefeuchteten

128



Mengung von Knochenasche und Bleiglanz vollgestampft wird. Es entsteht so eine für das Blei undurchdringliche Ausfüllung, über welcher dasselbe, nachdem es in dem Herde bis zu der Höhe des Werksteines gestiegen ist, abfließt und durch eine Rinne in der oberen Fläche desselben in einen gußeisernen Kessel oder einen Tiegel p gelangt. Auf dem hinteren Rande der Sohlplatte B A liegt das gußeiserne Querstück C D von 28 Zoll Länge und 6½ Zoll Höhe, der Rückstein, auf welchem die Blasform aufliegt. Dieser Rückstein trägt wieder das Stück E, den Formstein, dessen untere Seite einen Ausschnitt zur Aufnahme der Form besitzt, und der zwei Zoll über den Rückstein vorspringt, wodurch also eine geringe Verengung des Ofenschachtes bedingt wird. Auf dem Formstein E endlich liegt wieder der gußeiserne Rückstein H, der somit die Rückseite der Gicht bildet. Die beiden Seitenränder der Sohlplatte tragen die gußeisernen, 26 Zoll langen und 5 Zoll im Quadrat haltenden Seitenstücke C M, die einige Zolle über der Werkplatte M N vorragen, und mit dazu dienen, ihre unverrückte feste Lage zu sichern. Auf diesen Seitenstücken ruhen zwei andere gußeiserne Seitenstücke von der Dicke des Rücksteins, deren hintere Enden zugleich dem Blasebalg zur vorderen Unterstützung dienen. Die oberen Seitenwände werden durch gußeiserne Platten gebildet, und nun wird der ganze, aus einzelnen Stücken zusammensetzte Ofen mit einem Mauerwerk von feuerfesten Steinen umgeben. Die Vorderseite oder Brust des Ofens bleibt bis zu einer Höhe von ungefähr 12 Zoll über dem Werkstein ganz offen, so daß der Schmelzer durch diese Oeffnung den Inhalt des Ofens beobachten und bearbeiten kann. Die obere Begrenzung dieser Oeffnung wird durch ein Stück Gußeisen gebildet, das mit dem Rückstein H ganz gleiche Dimensionen hat.

Da der heftige Luftstrom eine nicht unbeträchtliche Menge feiner Erztheilchen mechanisch mit fortführt, so sucht man diese dadurch wieder zu gewinnen, daß man den Rauch des Ofens durch einen langen, schwach aufwärts steigenden Kanal streichen läßt, in welchem sich die staubigen Erztheilchen niederschlagen. Nicht selten hat dieser Kanal eine Länge von 300 Fuß, bei 5 Fuß Höhe und 3 Fuß Breite, und mündet jederzeit in einen Hauptschornstein ein. Die Erztheilchen, welche sich in dem vorderen Theile dieses Kanals absetzen, müssen behuf ihrer Verarbeitung gewaschen werden, bei den übrigen ist dieß nicht nothwendig. Hat man eine Quantität solcher Niederschläge aus dem Kanal gesammelt, so gibt man sie beim Rösten frischer Erze mit in den Röstofen, oder auch ohne alle weitere Vorbereitung auf den Krummofen.

Verschmelzen der Erze im Schottischen Ofen. Die schottischen Oefen sind in Northumberland, Cumberland und Durham bei der Bleiarbeit allgemein in Gebrauch, und dienten früher zum Verschmelzen der rohen, ungerösteten Erze, wogegen jetzt nur geröstete Erze in ihnen verschmolzen werden, die im schottischen Ofen eine größere Ausbeute an Blei liefern, als roher Bleiglanz. Soll nun das geröstete Erz im schottischen Ofen reduzirt werden, so geht man dabei in folgender Art zu Werke: Nach Beendigung jeder Schmelzung bleibt ein Theil des Erzes, browse genannt, mit Kokes und Cinders im halbflüssigen Zustande zu-

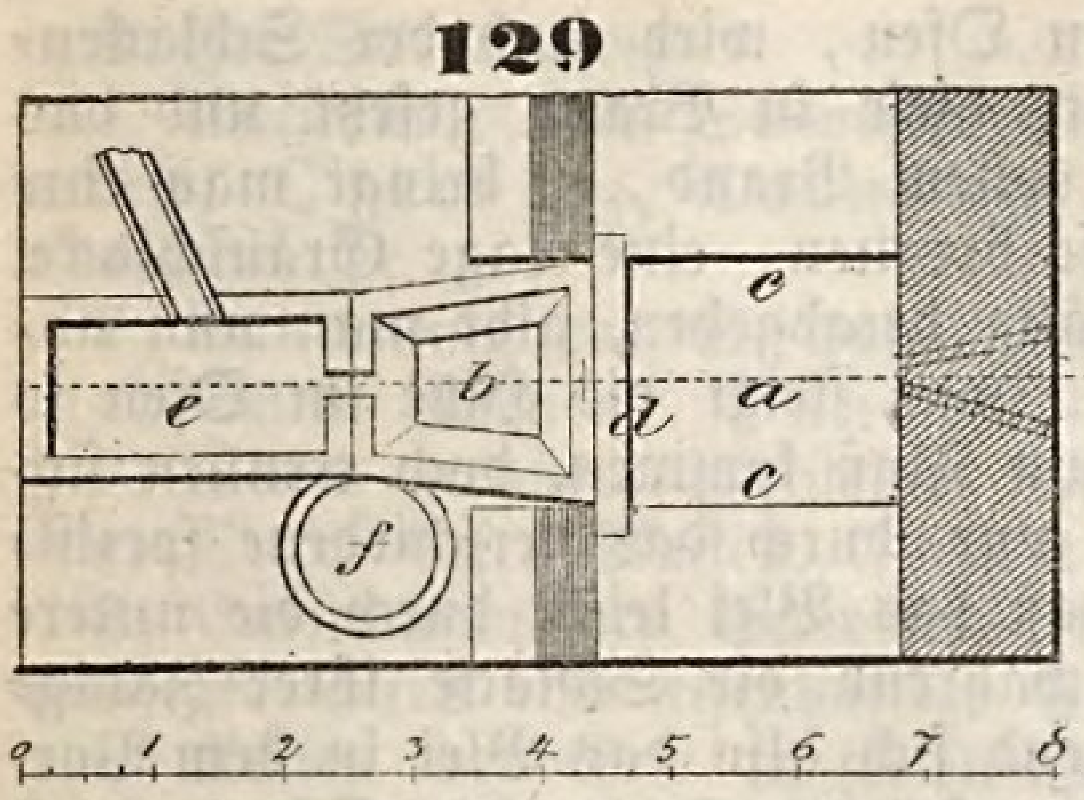
rück. Hierbei hat man die Beobachtung gemacht, daß es zweckmäßiger ist, diese unreine Masse für den Anfang einer nächsten Schmelzung aufzubewahren und zu verwenden, als gleich mit rohem oder geröstetem Bleiglanz anzufangen.

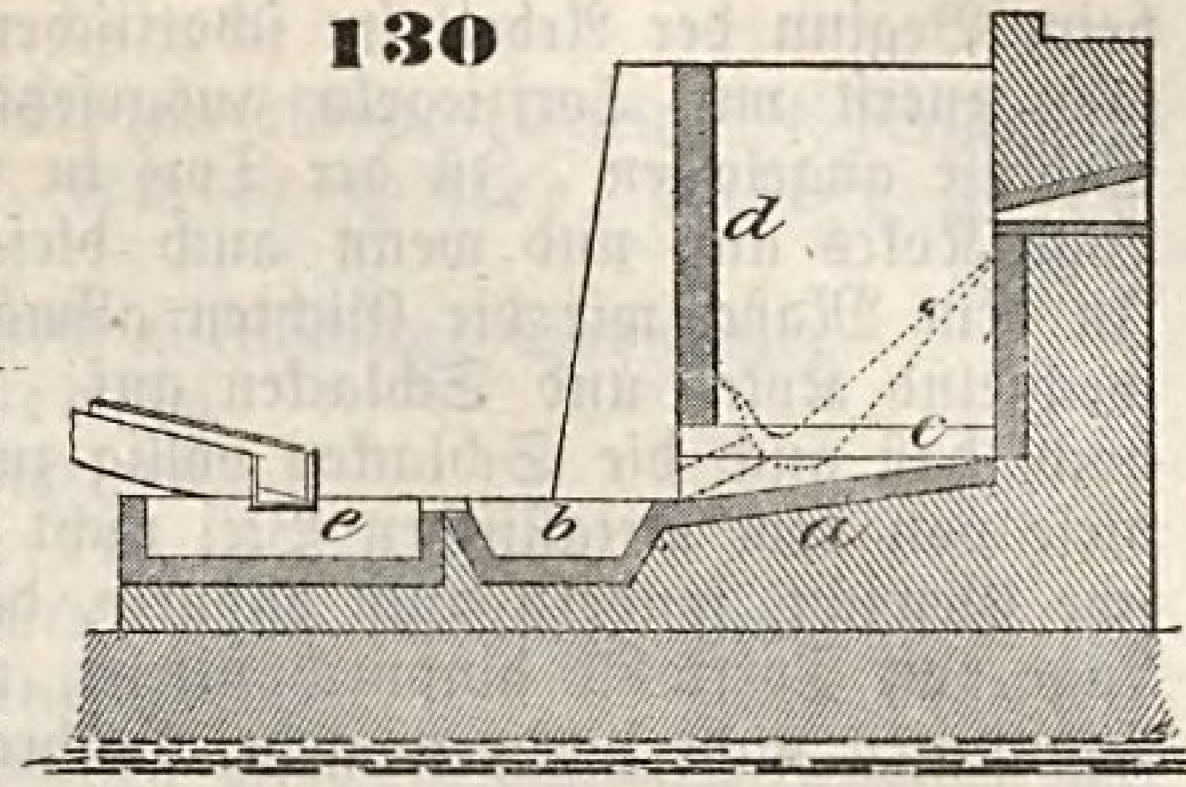
Um den Ofen zuerst in Gang zu setzen, füllt man ihn mit Torfziegeln an, die an der Vorderseite des Ofens regelmäßig aufgesetzt, an der Formseite dagegen unregelmäßig eingeschüttet werden. Indem man einen brennenden Torfziegel vor die Form bringt, und das Gebläse anläßt, breitet sich das Feuer augenblicklich durch die ganze Torfmasse aus. Um die Hitze zu verstärken und ein mehr anhaltendes Feuer hervorzubringen, gibt man einige Schaufeln Steinkohlen auf den Torf, worauf eine Portion des unreinen kohlenhaltigen Erzes eingetragen wird. Jetzt zieht der Arbeiter mittelst eines großen eisernen Hakens den größten Theil des Inhaltes aus dem Ofen auf den Werkstein, und nimmt die Grauschlacke, den unreduzirten Theil des Erzes, die ein geschickter Arbeiter leicht von der Browse durch ihren größeren Glanz unterscheidet, mit einer Kelle ab, und wirft sie zur Seite. Die Browse dagegen bringt er, nöthigenfalls mit Zusatz von ein wenig Kohle, in den Ofen zurück. Zeigt es sich hier, daß die Grauschlacke nicht vollständig beseitigt worden ist, was man daran erkennen kann, daß die Masse eine mehr weiche Konsistenz hat und sehr geneigt ist, zu schmelzen, so wird ein Zusatz von Kalk gegeben, der sich mit der Thonerde, Kieselerde und dem Bleioxyd zu schwerer schmelzbaren Verbindungen vereinigt, und der Masse die Gestalt ziemlich fester poröser Klumpen ertheilt. Wenn auf der andern Seite durch Gegenwart von zu viel Thonerde oder Kieselerde die Masse allzustrengflüssig ist, so ist gleichfalls ein Kalkzusatz, wiewohl in sehr geringer Menge, erforderlich, welcher dann die zur Klumpenbildung nöthige weiche Konsistenz der Masse hervorruft. Diese Klumpen oder Grauschlacke sind bleihaltig, werden aber, da sie zu ihrem Verschmelzen einer höheren Temperatur bedürfen, wie oben gesagt, beseitigt, um demnächst über dem Krummofen durchgesetzt zu werden. Ist nun die Browse in den Ofen zurückgegeben, so streut man ein Paar Schaufeln voll geröstetes Erz darüber, wobei jedoch die Vorsicht beobachtet werden muß, jedes Mal vor dem Aufbringen von Erz einen halben Torfziegel vor die Form zu legen, wodurch der Wind mehr gleichmäßig durch den ganzen Ofenraum verbreitet wird. Nach Verlauf von 10 bis 15 Minuten, je nach den Umständen, wird der Inhalt des Ofens abermals auf den Werkstein gezogen, und die Grauschlacke beseitigt, die Browse in den Ofen zurückgebracht, ein halber Torfziegel wieder vor die Form gelegt, und eine frische Portion geröstetes Erz aufgeschüttet, diese wieder eingeschmolzen, und so fort.

In Zeit von 14 bis 15 Stunden, einer Schmelzschicht, werden 20 bis 40 Ztr. Blei gewonnen.

Die Ursache der Reinheit des Bleies, das im schottischen Ofen erzielt wird, scheint in der niedrigen Temperatur zu liegen, die in diesen Oefen herrscht, und in Folge deren nur allein das Blei und etwa das vorhandene Silber reduzirt und abgeschieden wird, ohne daß andere Substanzen, die die Güte des Bleies beeinträchtigen könnten, bei der geringen Hitze Gelegenheit finden, sich mit ihm zu verbinden.

Die bei dem so eben beschriebenen Prozesse fallende Grauschlacke, welche noch eine erhebliche Menge Blei theils als Oxyd, theils im metallischen Zustande enthält, wird, da sie zur Verschmelzung einer höheren Temperatur bedarf, als in dem schottischen Ofen Statt findet, in einem kleinen Krummofen zu Gute gemacht. Dieser, der englische Schlackenofen, steht im Allgemeinen dem schottischen Ofen ganz nahe. Fig. 129 und 130 stellen

129


130


einen Grundriß und vertikalen Durchschnitt desselben dar, wie er bei Alston Moor in Cumberland zur Reduktion der Bleischlacke in Gebrauch ist. Der viereckige Schacht dieses Ofens hat von der Sohlplatte bis zur Gicht eine Höhe von 40 Zoll, der horizontale Querschnitt mißt in der Richtung der Längenerstreckung des Ofens 26 Zoll, in der Breite 22 Zoll. a ist die gußeiserne Sohlplatte, die in schräg geneigter Lage nach dem Vorherde b führt. Zu beiden Seiten der Sohlplatte liegen die starken eisernen Balken c c, von 7 Zoll Höhe, die den gemauerten Seitenwänden des Ofens zur Unterlage dienen. Die Vorderwand des Ofens wird durch eine gegossene eiserne Platte d gebildet, die nicht ganz bis auf die Sohlplatte herabreicht, sondern auf den vorspringenden Enden der Tragbalken c c ruht, folglich 7 Zoll von der Sohlplatte absteht, wodurch also eine eben so breite Oeffnung in der Vorderwand des Ofens gebildet wird, in welcher man nachher das Stichloch anbringt.

Die Rückwand des Ofens ist zum Theil, nämlich bis zur Höhe der Form, aus einer Eisenplatte, zum Theil aus feuerfesten Steinen konstruirt. In dem unteren Raume des Ofens wird der eigentliche Herd aus kleingepochten Kokes auf die Art hergestellt, daß man die Kokes im angefeuchteten Zustande in den unteren Ofenraum fest einstampft, und nun eine flach pyramidale Vertiefung, von deren tiefstem Punkte das Stichloch ausgeht, ausschneidet. Die Gestalt dieses Kokesherdes ist in der Figur durch punktirte Linien dargestellt. Beim Abstechen fließt sowohl das metallische Blei, als auch die Schlacke in den Stichherd b, die ihrer Leichtigkeit wegen auf dem Blei schwimmende Schlacke aber läuft durch einen Ausschnitt in der einen Wand des Vorherdes in den Behälter e, der mit fließendem kaltem Wasser angefüllt ist, wodurch die Schlacke abgeschreckt wird und eine solche Sprödigkeit erlangt, daß sie sich leicht zerstoßen läßt und beim demnächstigen Verwaschen die eingemengten Bleikörnchen abgibt. Das in dem Vorherd angesammelte Blei dagegen sticht man in den seitlich angebrachten Sumpf f ab.

Das Gebläse der englischen Schlackenöfen besteht gewöhnlich in hölzernen Blasebälgen, auf dem Bleiwerke von Lea bei Matlock dagegen ist eine andere Art Gebläse, das aus zwei hölzernen Kästen besteht, die auf einer horizontalen Achse beweglich und durch eine Scheidewand in zwei Abtheilungen getheilt sind. Diese Scheidewand hat unten eine Oeffnung, wodurch die beiden Abtheilungen des Kastens in Kommunikation stehen, so daß, wenn der Kasten zur Hälfte mit Wasser gefüllt, und abwechselnd bald auf die eine, bald auf die andere Seite geneigt wird, das Wasser bald diese, bald jene Abtheilung anfüllt, die darin befindliche Luft austreibt und der Blaseform zuführt. Durch Ventile ist dafür gesorgt, daß das Ausströmen der Luft nur durch die Blaseform, das Einströmen in die Kästen dagegen nur durch eigene Seitenöffnungen Statt findet.

Das Verschmelzen oder Durchsetzen der Grauschlacke des schottischen Ofens über dem Schlackenofen. Gerade so, wie

beim Beginn der Arbeit im schottischen Ofen, wird auch der Schlackenofen zuerst mit Torfziegeln ausgesetzt, diese in Brand gesetzt und das Gebläse angelassen. Ist der Torf in vollem Brand, so bringt man eine Lage Kokes auf, und wenn auch diese brennen, eine Lage Grauschlacke. In dem Maße, wie die Gichten allmälig herabgehen, gibt man nun abwechselnd Kokes und Schlacken auf. Zwar steigt die Hitze im Ofen so hoch, daß auch die Schlacken völlig zum Fluß kommen, doch trennen sich diese von dem metallischen Blei nicht nur durch das verschiedene spezifische Gewicht, sondern auch dadurch, daß das Blei leicht durch die untere Lage von Torfkohle hindurch filtrirt, während die Schlacke ihrer Zähigkeit wegen nicht hindurch geht. Während sich also das Blei in dem Vorherd ansammelt, bleibt die Schlacke auf dem Herde des Ofens, wird aber, wenn sie sich in gewisser Menge gesammelt hat, abgestochen, wo sie dann über den Vorherd in den Wasserbehälter fließt, um hier abgeschreckt zu werden. *)

3. Gemischtes Verfahren der Bleiarbeit. Dasselbe ist eine Kombination der Röst- und der Niederschlagsarbeit, und findet besonders in Gegenden Anwendung, wo die reine Niederschlagsarbeit der hohen Eisenpreise wegen nicht ökonomisch ist. Zu Poullaouen in der Bretagne werden die Schliege erst nach der oben beschriebenen Methode im Krummofen geröstet und einmal abgesaigert, dem auf dem Herd verbliebenen Schwefelblei aber nur etwa 6 Prozent altes Eisen zugesetzt, wodurch dasselbe reduzirt wird. Aehnliche Verfahrungsarten sind in Přibram in Böhmen und zu Viconago in Frankreich üblich.

B. Verschmelzung des Weißbleierzes.

Die Gewinnung des Bleies aus dem kohlensauren Bleioxyd macht nicht die geringsten Schwierigkeiten, und besteht in einer einfachen Schmelzung mit Kohle entweder wie in England im Flammofen, oder wie in der Eifel im Krummofen, wobei die Kohlensäure ausgetrieben und das Bleioxyd reduzirt wird. Enthalten die Erze neben Weißbleierz auch Bleiglanz, so setzt man die zur Zersetzung des letzteren erforderliche Menge Eisen hinzu.

Zur besseren Uebersicht der auf den wichtigeren Bleiwerken üblichen Schmelzprozesse lassen wir eine von Kerl gegebene tabellarische Zusammenstellung folgen:

I. Zugutemachung schwefelhaltiger Bleierze.

A. Im Flammofen.

1. Entfernung des Schwefels durch Röstung und nachherige Einwirkung des beim Rösten gebildeten Bleioxyds und schwefelsauren Bleioxyds auf den noch unzersetzten Bleiglanz.

a) Der Flammofen hat einen geneigten Herd, auf welchem das erzeugte Blei fortwährend abfließt. Verfahren in Kärnten, zu Holzappel für reiche Erze, zu Linz, in Graubündten und Spanien.

b) Der Flammofen hat einen Sumpf im Herde, aus welchem das Blei von Zeit zu Zeit abgestochen wird.

α) Englischer Röstsaigerprozeß in Wales, Derbyshire 2c.

β) Französischer Röstreduktionsprozeß zu Poullaouen, Pesey, Corfali.

2. Entfernung des Schwefels durch Eisen (französische Niederschlagsarbeit). Poullaouen, Vienne.

---

*) Eine sehr ausführliche Beschreibung der englischen Bleihüttenprozesse ist von Brochant de Villiers, Dufrenoy und Elie de Beaumont in den Annales des Mines, T. 12 gegeben; daraus in Karsten's Archiv für Bergbau und Hüttenwesen. Bd. 14.

B. In Schachtöfen.

1. Entfernung des Schwefels durch metallisches Eisen (Niederschlagsarbeit). Oberharz, Tarnowitz, Emser-Hütte, Viktor-Friedrichshütte.

2. Entfernung des Schwefels durch eisenhaltige Substanzen.

a) Durch Eisenerze. Banat, Bedrin.

b) Durch geröstete Bleisteine. Fahlun.

c) Durch Eisenschlacken. Commern.

3. Entfernung des Schwefels theils durch Röstung, theils durch metallisches Eisen oder eisenhaltige Substanzen.

a) Rösten der Erze in freien Haufen und Verschmelzen derselben mit Roheisen und Eisenfrischschlacken. Přibram, Holzappel.

b) Rösten der Erze theils im Flammofen, theils in freien Haufen und Verschmelzen derselben mit Roheisen oder silberhaltigen Eisensauen der Kupferöfen. Schemnitz, Pontgibaud. (Rösten im Flammofen und Schmelzen mit Eisengranalien.)

c) Rösten der Erze im Flammofen und Verschmelzen derselben mit geröstetem eisenoxydreichem Rohstein. Freiberg.

d. Rösten schwefelkiesreicher Bleierze in freien Haufen und Verschmelzen derselben ohne besondere eisenhaltige Zuschläge. Unterharz, Gustavs Silberwerk zu Fahlun.

4. Entfernung des Schwefels theils durch Röstung im Flammofen, theils durch Einwirkung des oxydirten Bleies auf den noch unzersetzten Bleiglanz in niedrigen Krummöfen. Schottische Bleisaigerarbeit, Northumberland, Pesey.

II. Zugutemachung oxydirter Bleierze und Hüttenprodukte durch ein reduzirendes Schmelzen.

1. Oxydirte Bleierze. Bedrin, Commern.

2. Oxydirte Hüttenprodukte.

a) Glätte.

α) In Schachtöfen. Harz, Freiberg, Tarnowitz, Pesey, Sibirien.

β) In Flammöfen. England, Frankreich, Belgien.

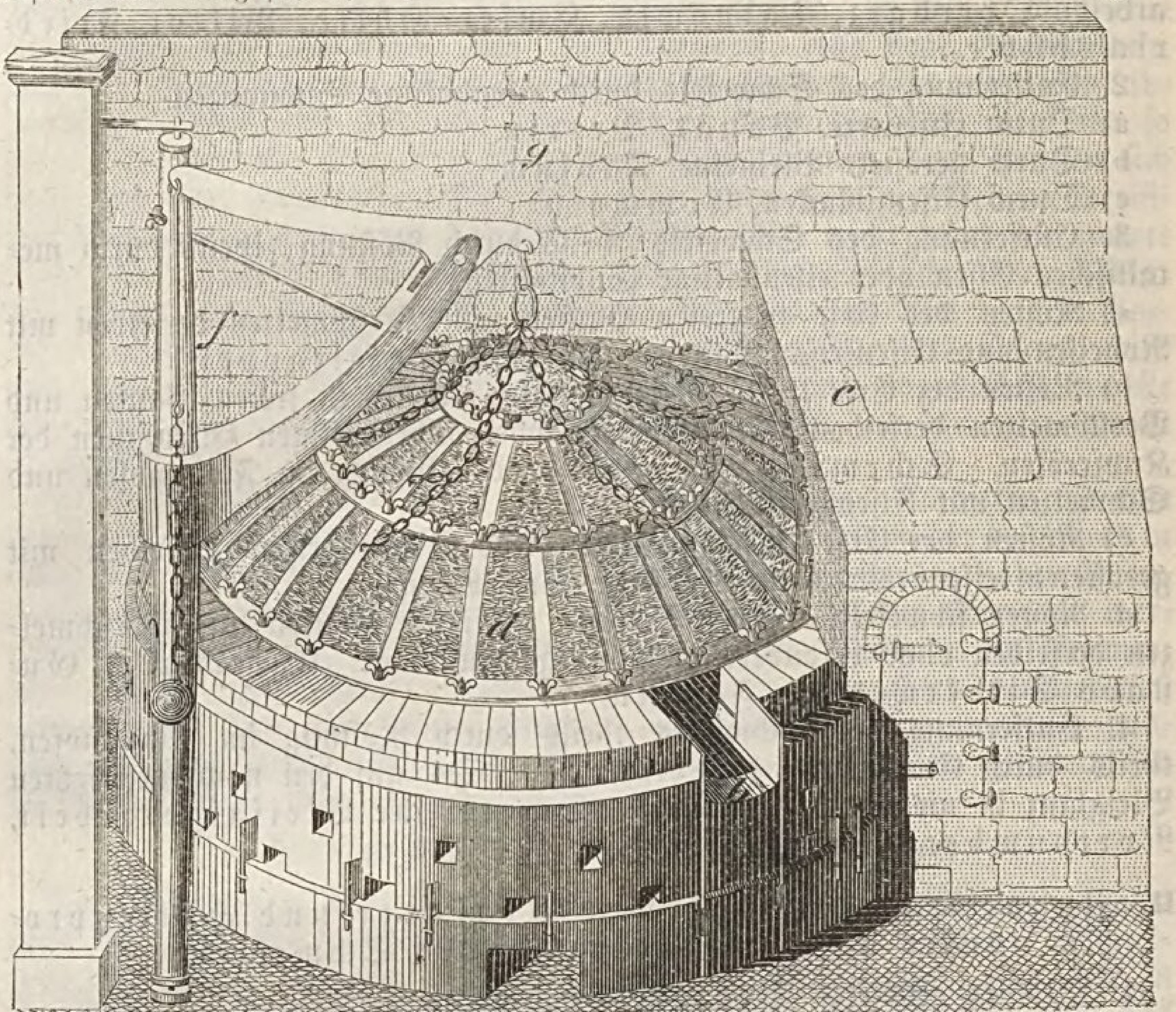
b) Abstrich, Herd und Bleischlacken in Schacht- und Flammöfen.

Treibarbeit.

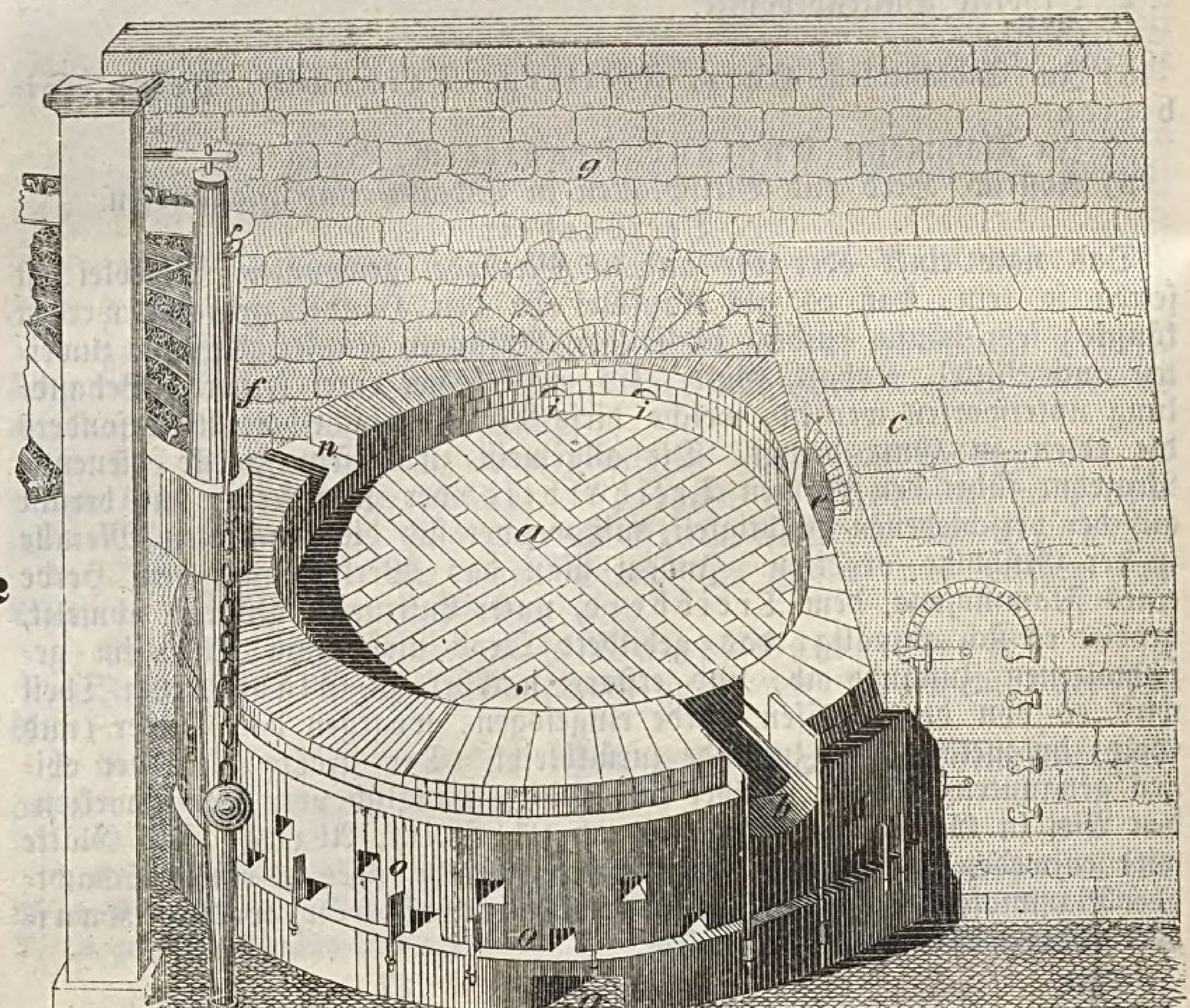
Das nach einer oder der andern Methode gewonnene Werkblei ist selten so rein, daß es als Kaufblei in den Handel gebracht werden könnte; sehr häufig enthält es Silber, Antimon, Kupfer, Arsenik, zuweilen auch Nickel, Kobalt, Gold. Es muß daher einer ferneren Behandlung unterworfen werden, welche diese Metalle abscheidet und besonders die edlen zu Gute bringt. Die allgemein zu diesem Zwecke dienende Prozedur führt den Namen Treibarbeit oder Treiben, und beruht auf der verschiedenen Leichtigkeit, mit welcher sich die genannten Metalle in der Glühhitze oxydiren. Indem man das Werkblei auf dem Herde eines Flammofens, dem Treibherd, unter Luftzutritt glühend schmelzt, oxydirt es sich allmälig; das gebildete Oxyd fließt zum Theil im geschmolzenen Zustande ab, und erstarrt nachher zu Glätte, zum Theil wird es von dem porösen Herde eingesogen, wogegen das Silber (und Gold) im metallischen Zustande zurückbleibt. Der größte Theil der obigen genannten Metalle scheidet sich gleich anfänglich von dem schmelzenden Blei in Gestalt einer Legirung ab (Abstrich, Abzug). Die Glätte wird entweder als solche in den Handel gebracht, oder in einem Schacht- oder Flammofen durch Kohle reduzirt: Glättefrischen, wodurch Kauf- oder Frischblei gewonnen wird.

Fig. 131 und 132 sind perspektivische Ansichten eines Treibherdes, erstere mit aufgesetzter, letztere bei abgenommener Haube. a der aus Zie=

131



132



gelsteinen auf einer Unterlage von Schlacken gebildete konkave Ziegelherd, welcher zum Behuf der Treibarbeit noch mit einer Lage Mergel, oder einer sonstigen porösen, zum Einsaugen des Bleioxydes geeigneten Masse bedeckt wird; b das Glätteloch, c der Windofen, aus welchem über die Feuerbrücke e die Flamme auf den Treibherd schlägt. d die bewegliche Haube von starkem Eisenblech und durch Schrauben verbundenen Stäben, welche auf der Innenseite mit Lehm ausgefüttert ist, und in dieser Absicht, um nämlich der Lehmschicht einen festen Halt zu geben, vielfältig durchlöchert, und mittelst eingezogenen, krausgewundenen Bandeisens mit unzähligen, den Lehm haltenden Hervorragungen versehen ist. Diese Kappe ist mit Ketten an einem Krahn f aufgehängt, so daß sie, wenn der Herd ausgebrochen und durch neuen ersetzt werden muß, abgehoben und zur Seite gedreht werden kann. Bei i i sind die vorderen Mündungen zweier kupferner Blasformen, durch welche der Wind von zwei, jenseits der Mauer g liegenden Blasbälgen über die Oberfläche des Bleies getrieben wird, theils um die Oxydation zu befördern, theils um das geschmolzene Oxyd nach der Seite des Glätteloches zu blasen. Vor jeder Form ist ein kleines Blech, der Schnäpper, aufgehängt, welches den Zweck hat, den Luftstrom nach allen Seiten hin zu vertheilen. n der Fuchs zum Abziehen der Flamme, welcher entweder zur Verstärkung des Zuges in einen niedrigen Schornstein einmündet, oder wie bei dem hier abgebildeten Treibherd, ganz frei ausgeht. o o Abzüchte zum Entweichen von Luft und Wasserdampf aus dem Gemäuer.

Das Material des Herdes ist in mehrfacher Beziehung von Wichtigkeit. Es soll eine poröse Unterlage bilden, in welche ein Theil, doch aber auch nicht zu viel Glätte mechanisch einzieht, ohne mit ihr zusammenzuschmelzen. Man bediente sich dazu in früherer Zeit ausgelaugter Holzasche, gegenwärtig mit größerem Vortheil feingestampften Mergels, oder in Ermangelung desselben einer künstlichen Mischung von gepochtem Kalkstein und schwach gebranntem Thon. Diese Masse wird feucht über dem Ziegelherd ausgebreitet und in der erforderlichen, flach vertieften Gestalt festgeklopft, sodann in der Mitte eine tiefere Grube ausgehöhlt, in welcher sich nach beendigtem Treiben das Silber sammelt.

Die Arbeit des Treibens selbst wird folgendermaßen bewirkt: Nachdem der Herd eingestampft worden, werden etwa 80 Zentner Werke (silberhaltiges Blei) in Kreisen um den Mittelpunkt des Herdes bis zur Höhe der Umfassungsmauer aufgeschichtet, sodann die Haube aufgesetzt, und in dem Windofen ein gelindes Feuer angemacht (das Weichfeuern). Ist das Blei geschmolzen, so wird die zum Abfließen der Glätte bestimmte Glättgasse b bis zum Niveau des Bleies ausgestochen und geebnet. Schon bei diesem bloßen Einschmelzen der Werke bildet sich auf der Oberfläche des Metallbades ein schwärzlicher Ueberzug, Abstrich, Abzug, aus einem Gemenge von Bleioxyd mit Schwefelblei, Schwefelantimon, Schwefelarsenik, etwas Schwefelsilber und Kupferoxydul bestehend, welchen man in dem Maße, wie er sich erneuert, abzieht. Die nach dem Abziehen des Abstrichs sich bildende Glätte ist noch stark verunreinigt, und führt den Namen *schwarze Glätte*; erst wenn bei fortgesetztem, gelindem Feuern sich richtig beschaffene Glätte von einer reinen röthlichgelben Farbe bildet, wird mit der eigentlichen Treibarbeit der Anfang gemacht. Man verstärkt nämlich das Feuer und läßt das Gebläse an, welches einen fortwährenden Strom frischer Luft auf das glühend flüssige Blei treibt und die Oxydation beschleunigt; denn das Gebläse hat, wie man schon aus seiner, von dem Windofen ganz abgesonderten Lage ersieht, durchaus nicht den Zweck, das Feuer anzufachen, sondern es soll nur die Oberfläche des Bleies mit frischer Luft in Berührung bringen. Sehr wesent-

lich ist es beim Treiben, den richtigen Hitzgrad zu unterhalten, indem sowohl beim zu hitzigen, als auch beim zu kalten Treiben ein bedeutender Silberverlust eintritt. Die angemessenste Temperatur ist jene, welche gerade hinreicht, um die Glätte in ganz flüssigem Zustande zu erhalten. Der größte Theil der Glätte wird in dem Maße, wie sie sich bildet, durch den Luftstrom des Gebläses nach der Seite des Glättloches hingetrieben, und es muß daher, sowie das Niveau des Bleibades sinkt, die Glättgasse tiefer ausgestochen werden; ein anderer Theil des Bleioxydes zieht in den porösen Herd. Während der ersten Zeit des Treibens bleibt die Temperatur so ziemlich auf gleicher Höhe, und erst gegen das Ende läßt man sie mehr und mehr anwachsen, um die Legirung, deren Schmelzpunkt bei abnehmendem Bleigehalt mehr und mehr steigt, stets flüssig zu erhalten. Das ablaufende flüssige Bleioxyd erstarrt beim Erkalten zu einer blättrig krystallinischen Masse von gelber oder röthlich gelber Farbe (Glätte, Bleiglätte, Silberglätte, Goldglätte) und wird, zumal wenn sie von recht lockerem Gefüge und schönem Ansehen ist, als Kaufglätte in den Handel gebracht; die weniger schöne, in harten Klumpen erscheinende, sowie auch der Herd, den man nach beendigtem Treiben ausbricht, wird mit Kohle zu Blei reduzirt, und dieses entweder in den Handel gebracht, oder falls es noch einen erheblichen Silbergehalt zeigen sollte, abermals dem Treiben unterworfen.

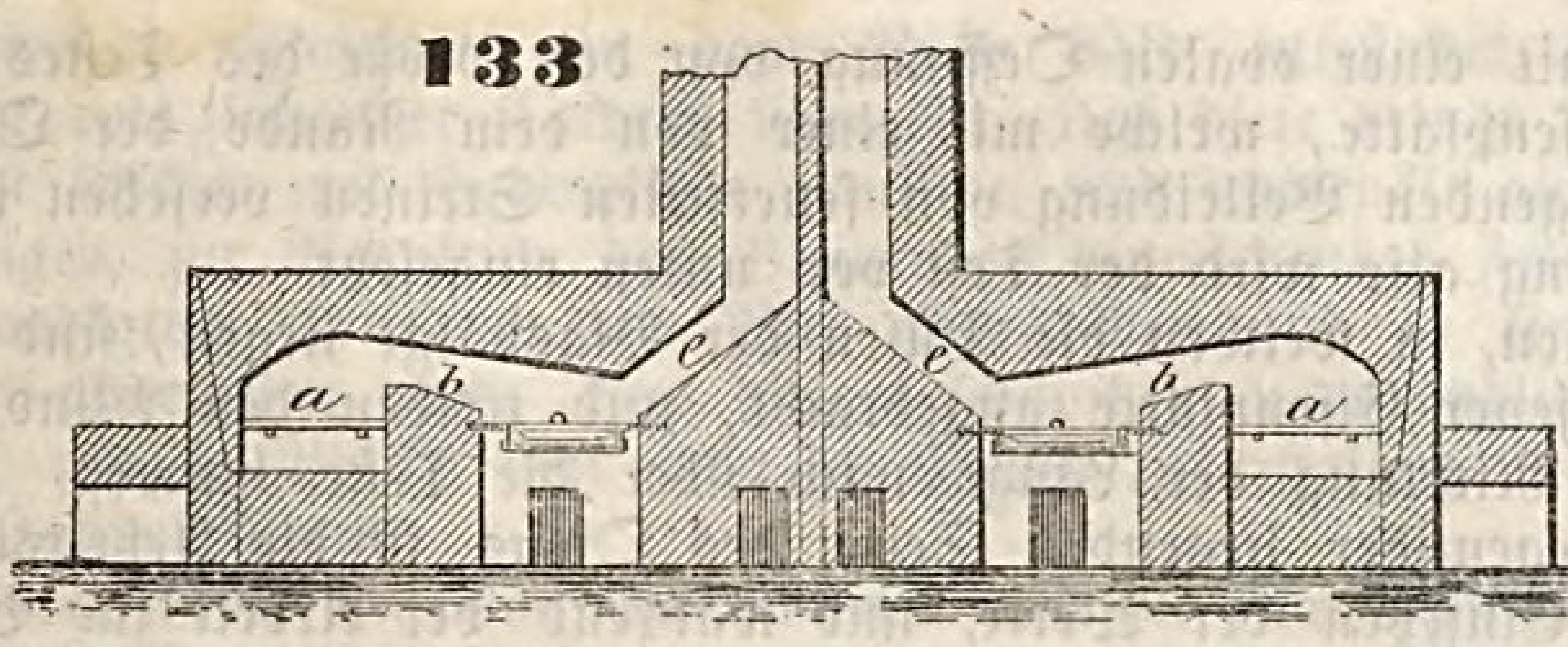
Wenn nach fortgesetztem Treiben das Blei größtentheils oxydirt ist, und das rückständige Silber nur mehr eine geringe Menge, etwa 12 bis 15 Prozent, Blei enthält, tritt ein Punkt ein, wo das gebildete feine Häutchen von Bleioxyd plötzlich unter einer Bewegung der Oberfläche verschwindet und das Silber mit ganz ruhiger glänzender Oberfläche zum Vorschein kommt; das Blicken. Sobald dieses erfolgt ist, hört man mit dem Feuern auf, setzt das Gebläse in Ruhe, kühlt das Blicksilber durch Besprengen mit Wasser, und hebt es aus dem Ofen.

Außer dem hier beschriebenen Verfahren wird auf einigen Hütten die Treibarbeit in etwas anderer Art ausgeführt. Statt nämlich den Herd gleich beim Beginn der Arbeit mit der ganzen abzutreibenden Menge Blei zu besetzen, bringt man nur einen Theil auf den Herd, trägt aber im Verlauf der Arbeit, so wie sich die Menge des Bleies vermindert, frische Werke nach, und erreicht dadurch den Vortheil, auf einem kleineren Herde in Einer Operation große Quantitäten Blei abtreiben zu können. Es ist indessen dieses Verfahren nur bei solchen Werken anwendbar, die außer dem Silber wenig fremde Metalle enthalten, die also wenig Abstrich liefern; indem bei diesem Nachtragen der Abstrich in die Glätte mit übergeht. Wieder auf andern Hütten setzt man die Treibarbeit nicht bis zum Blicken, sondern nur so lange fort, bis etwa $^9/_{10}$ des Bleies oxydirt sind (Armtreiben), worauf man das nun noch rückständige, silberreiche Blei durch die Glättgasse abfließen läßt. Hat sich dann nach mehrmaliger Wiederholung dieser Arbeit ein hinreichender Vorrath solcher konzentrirter Werke angesammelt, so unterwirft man sie dem Reichtreiben, welches nun bis zum Blicken fortgesetzt wird.

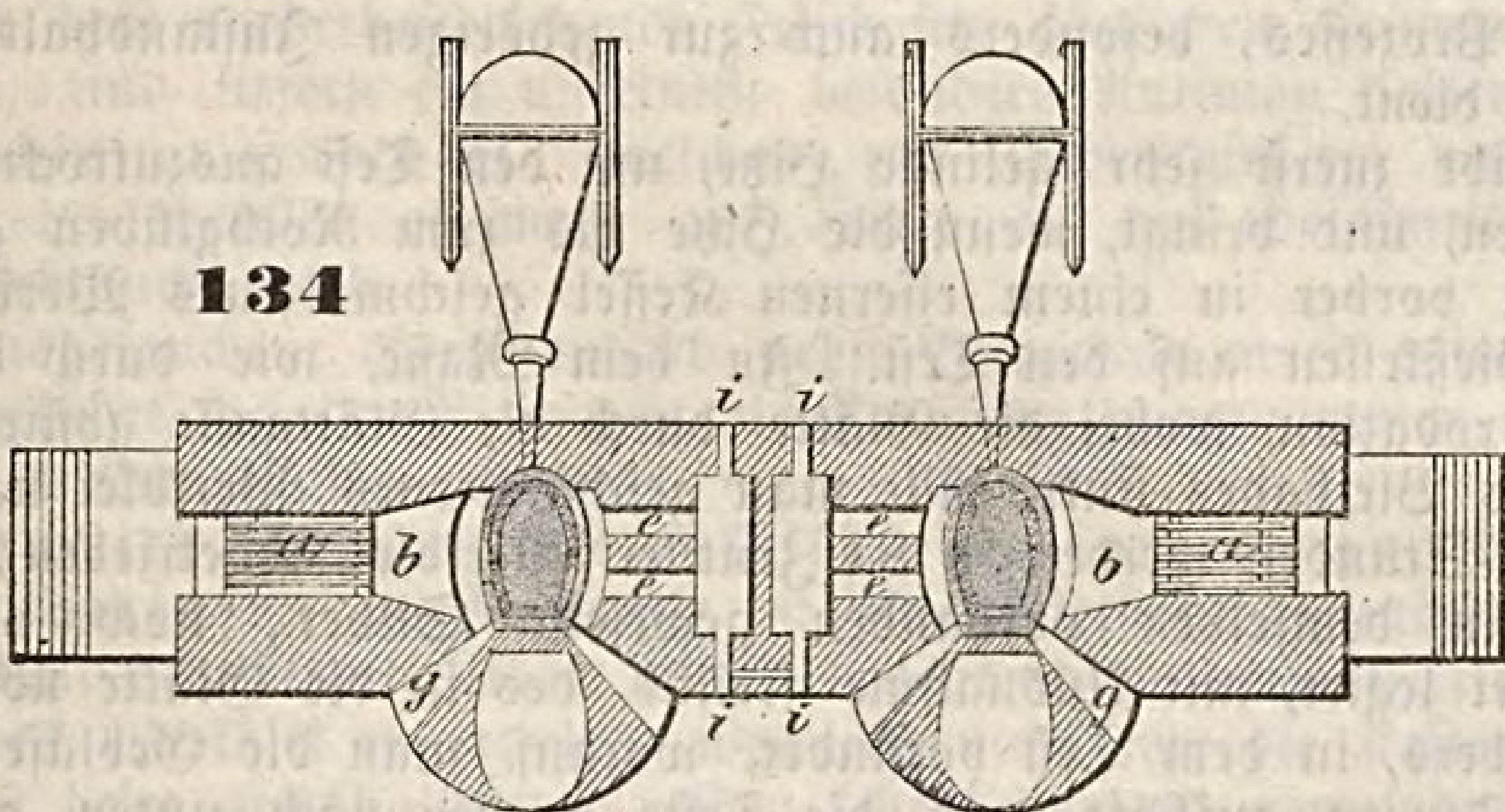
In England wird die Treibarbeit meistens in Oefen mit beweglichen Herden oder Testen vorgenommen. Da diese ziemlich kleinen Teste zur Zeit nur eine geringe Menge Blei aufnehmen können, so trägt man in dem Maße, wie sich das Blei oxydirt und als Glätte abfließt, wiederholt frische Werke nach, und bewirkt so eine Anreicherung des auf dem Test befindlichen Bleies.

Fig. 133 bis 136 dienen zur Erläuterung der bei Alston-Moore in England üblichen Treiböfen. Fig. 133 zeigt den Doppelofen im vertikalen Durchschnitt, Fig. 134 im Grundriß. Die Flamme der auf den

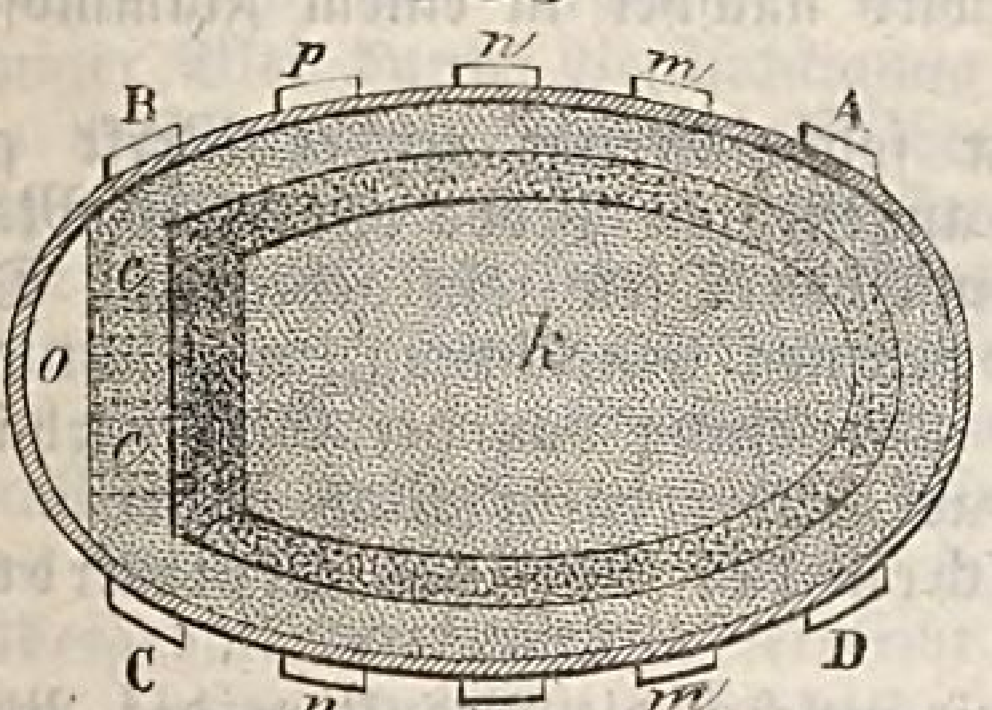
133



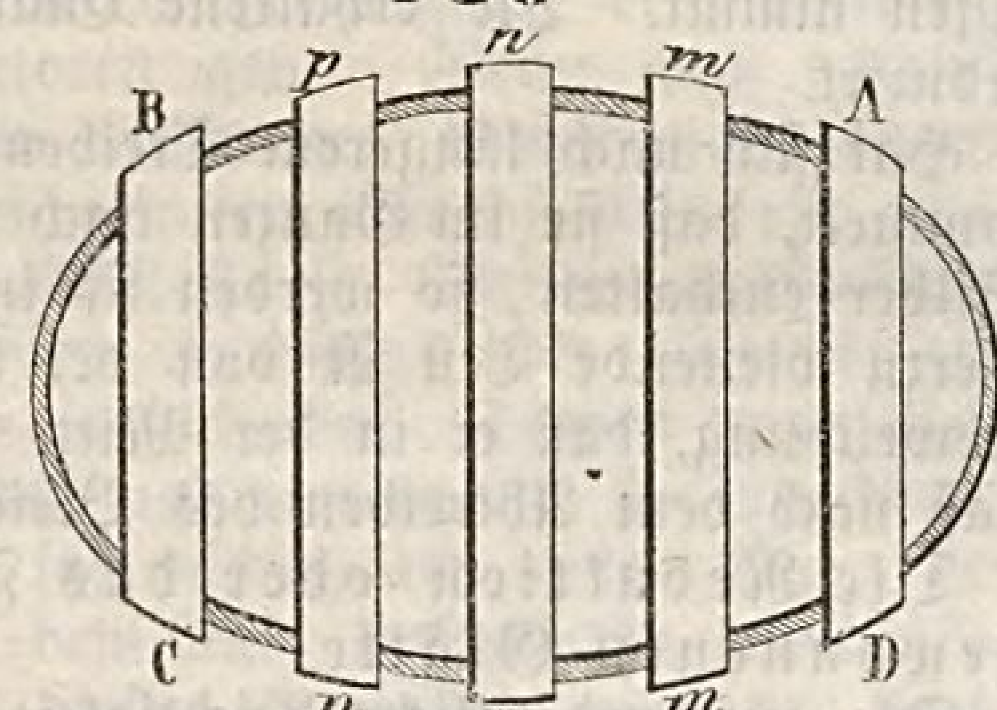
134



135



136



Rosten a brennenden Steinkohlen schlägt über Feuerbrücken b, b in den Ofen, wo sie die Oberfläche des Metallbades bespielt, und zieht durch die Füchse e, e in die 40 Fuß hohen Schornsteine ab. Die Zugänge i, i gestatten, die sich in den Schornsteinen verdichtenden Bleitheile von Zeit zu Zeit auszunehmen, bleiben aber während der Arbeit geschlossen. Zum Nachtragen der Werke auf die Teste sind die Zugänge g, g vorhanden. Die Teste, Fig. 135 und 136, sind beweglich, und bestehen in ovalen eisernen Ringen A, B, C, D, von $3\frac{1}{2}$ Zoll Höhe, 4 Fuß Länge und $2\frac{1}{2}$ Fuß Breite. Statt eines vollen Bodens sind fünf flache Eisenschienen A D, m m, n n, p p und B C darunter befestigt. Man schlägt in diesen Ringen ein Gemeng von feuchter pulverisirter Knochen- und Farrnkraut-asche fest, und gibt sodann der oberen Seite eine konkave Gestalt, so daß der Test im Boden nur eine Dicke von $\frac{3}{4}$ Zoll behält. Die in dem Test ausgearbeitete Vertiefung, der Herd k, ist beinahe flach, aber rundumher mit einem bis zur Höhe des Testringes aufsteigenden schrägen Rande umgeben, der an der einen Seite, zwischen B und C, breiter ist, und hier die Brust des Herdes bildet, in welcher die Glättgassen c ausgeschnitten sind, die sich in eine der ganzen Dicke nach durch den Test hindurchgehende Oeffnung o endigen, durch welche die Glätte abfließt. Der fertige Test wird von unten in den Flammofen eingesetzt, und so weit gehoben, wie das Ofengemäuer gestattet. Zu dem Ende enthält die Sohle des Ofens in der Mitte, da wo der Test seinen Platz finden

soll, eine mit einer ovalen Oeffnung von der Größe des Testes durchbrochene Eisenplatte, welche mit einer von dem Rande der Oeffnung schräg ansteigenden Bekleidung von feuerfesten Steinen versehen ist. In diese Oeffnung also wird der Test von unten eingesetzt.

Die Formen, in welchen die Düsen der Blasbälge liegen, sind unmittelbar über jener Eisenplatte angebracht, und treiben den Wind in fast horizontaler Richtung der Länge nach über die Teste hinweg. An der der Form gegenüber liegenden Seite des Ofens ist die Arbeitsöffnung, welche zum Einsetzen der Werke, und während der Arbeit zur Beobachtung des Prozesses, besonders auch zur gehörigen Instandhaltung der Glättgasse dient.

Man gibt zuerst sehr gelinde Hitze, um den Test auszutrocknen und abzuwärmen, und bringt, wenn die Hitze bis zum Rothglühen gestiegen ist, 5 Ztr. vorher in einem eisernen Kessel geschmolzenes Werkblei mit eisernen Gießkellen auf den Test. In dem Maße, wie durch die fortgehende Oxydation, wobei die Glätte durch die Glättgasse abfließt, das Niveau des Bleibades sinkt, füllt man geschmolzenes Werkblei nach. In 16 bis 18 Stunden werden so 84 Zentner Werkblei abgetrieben, worauf sich das in demselben vorhanden gewesene Silber, noch mit etwa 1 Ztr. Blei legirt, mit Ausnahme freilich des in die Glätte übergegangenen Silbers, in dem Test vorfindet, worauf man die Gebläse abstellt, mit dem Feuern aufhört, und die Teste wieder nach unten aus dem Ofen nimmt. Die erhaltene Glätte wird nachher in einem Flammofen reduzirt.

Hat sich nach längerem Treiben eine solche Menge reicher Werke gesammelt, daß sie im Ganzen nach der angestellten Probe etwa 250 Mark Silber enthalten, so werden sie in demselben Ofen fein gebrannt. Der hierzu dienende Test ist von der beschriebenen Einrichtung, nur mit der Abweichung, daß er in der Mitte eine Vertiefung von der Größe erhält, daß nach dem Abtreiben des Bleies das Silber darin Platz findet.

Die Reduktion oder das Frischen der bei der Treibarbeit gewonnenen Glätte.

Die außerordentliche Leichtigkeit, mit welcher die Reduktion des Bleioxydes von Statten geht, macht das Glättefrischen zu einer der einfachsten und leichtesten aller metallurgischen Arbeiten. Es wird theils in Schacht-, theils in Flammöfen ausgeführt; letzteres ist besonders in England üblich.

137

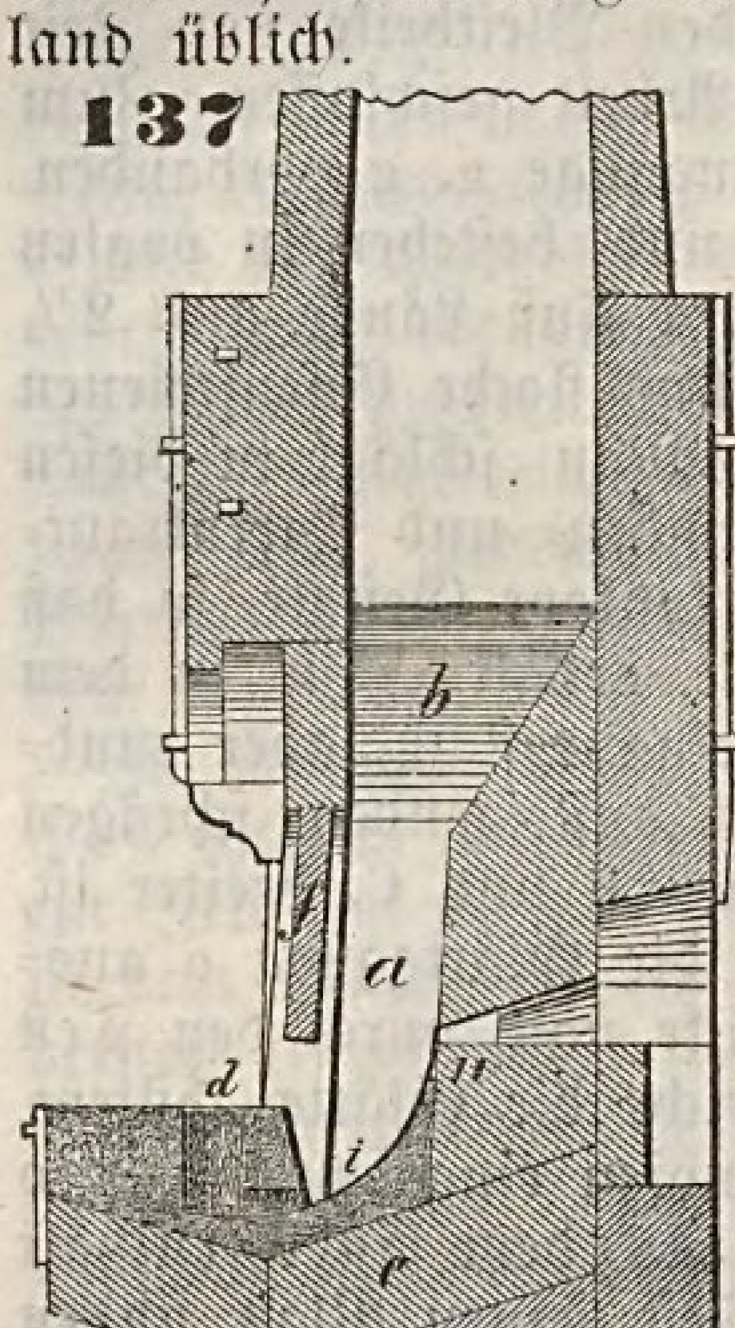


Fig. 137 zeigt die Einrichtung des in Clausthal am Harz üblichen Glättfrischofens. a der Schacht, b die Rast, c der Sohlstein, f die Vorwand, i der Herd, d der Vorherd, n die Blasform.

Die Glätte wird nebst etwa einem Drittel Glättfrischschlacken mit Holzkohlen verschmolzen, und das in dem Vorherd sich sammelnde Blei in kurzen Zwischenräumen in dem unmittelbar neben dem Vorherde befindlichen Stichherd abgestochen und, wenn es hierin etwas abgekühlt ist, abgeschäumt und in eiserne Pfannen gegossen.

Die in England beim Glättefrischen gebräuchlichen Flammöfen stimmen mit dem oben beschriebenen zur Röstarbeit dienenden ziemlich überein, nur daß sie kleiner und von niedrigerem Gewölbe sind. Man bedeckt zuerst den Herd mit einer etwa zwei Zoll hohen Lage von Steinkohlenklein, das

sich durch die Flamme von dem Roste bald entzündet, und so in eine Lage rothglühender Cinders übergeht. Auf diese bringt man sodann eine Lage Glätte mit Kohlenklein gemischt, und unterhält auf dem Roste ein mäßiges, zur Reduktion des Bleioxydes hinreichendes Feuer, worauf nach beendigtem Frischen das Blei abgestochen und in einen eisernen Vortiegel abgelassen wird. Aus diesem schöpft man es endlich in eiserne Mulden, um so Blöcke von etwa 50 Pfund zu erhalten, in welchen es in den Handel kommt.

Der beim Treiben gewonnene Abstrich und die schwarze Glätte werden in einem dem vorherbeschriebenen Frischofen ähnlichen Krummofen verschmolzen, und liefern ein unreines, besonders Antimon haltendes Blei, Abstrichblei, Hartblei, welches zur Schriftgießerei und andern Zwecken, bei welchen es mehr auf Härte als auf Geschmeidigkeit ankommt, gebraucht wird.

Der ausgebrochene Herd endlich nebst Bleigekrätz wird entweder, wie oben angeführt, bei der Bleiarbeit als Vorschlag mitgenommen, oder auch für sich im Krummofen reduzirt.

Anderweite Methoden der Silbergewinnung aus dem Blei.

Von Pattinson in Newcastle ist eine Methode erfunden, um den Silbergehalt des silberhaltigen Bleies bedeutend zu konzentriren, also ein sehr reiches Werkblei zu erzielen, wodurch nicht nur die Kosten und der Zeitverlust beim gewöhnlichen Treiben sehr bedeutend vermindert werden, sondern auch, eben wegen der viel schnelleren Beendigung des Treibens, weniger Blei durch Verflüchtigung verloren geht. Wenn man nämlich eine Legirung von Blei und Silber zum Schmelzen bringt und sodann unter beständigem Rühren sehr langsam erkalten läßt, so tritt ein Zeitpunkt ein, wo sich sehr zarte körnige Krystalle in Menge ausscheiden, gerade so, wie sich beim Abdampfen einer Kochsalz- oder Glaubersalzlösung das Salz in körnigen Krystallen ausscheidet. Trennt man diese metallischen Krystalle von dem Bleibade, und unterwirft sie der chemischen Analyse, so findet sich in ihnen fast nichts, als reines Blei, der Silbergehalt der Legirung verbleibt in dem nicht krystallirten leichtflüssigeren Theile derselben. Je mehr von diesen Krystallen man der Legirung entnimmt, um so silberhaltiger wird natürlich dieselbe. Man kann auf diesem sehr einfachen Wege selbst das ärmste Blei, dessen geringer Silbergehalt kaum die Kosten der Treibarbeit einbringen würde, beliebig anreichern, und im reichen treibwürdigen Blei läßt sich das Silber ohne Schwierigkeit zehnfach konzentriren. Unterwirft man nun das solchergestalt zehnfach angereicherte Blei der Treibarbeit, so reduzirt sich der Bleiverlust auf etwa ein Zehntel, so daß, während sonst durchschnittlich 7 Prozent verloren gehen, nach dem Pattinson'schen Verfahren der Verlust beim Treiben nicht über sieben Zehntel Prozent steigt. Neun Zehntel des Bleies können also sofort in den Handel gebracht werden ohne weiteren Verlust, als den höchst unbedeutenden, der beim Verfrischen einer kleinen Menge Abstrich entsteht, welcher beim Einschmelzen der Werke sich auf der Oberfläche ansammelt. Der gesammte Bleiverlust beläuft sich bei dem Pattinson'schen Verfahren auf höchstens 2 Prozent. Da endlich auch das Vertreiben der so bedeutend angereicherten Werke mit größerer Sorgfalt und Genauigkeit ausgeführt werden kann, als bei zehnfach größeren Quantitäten möglich ist, so stellt sich auch der Verlust an Silber niedriger. Dazu kommt noch, daß die Gesundheit der Arbeiter, die bei der Treibarbeit bedeutend leidet, weniger in Anspruch genommen wird.

Um nach der Pattinson'schen Methode im Großen zu arbeiten, sind drei halbkugelförmige, gußeiserne Kessel, von 41 Zoll im Durchmesser und ¼ Zoll Eisenstärke erforderlich. Sie sind mit einer, nahe über dem Bo-

den ausgehenden, durch einen genau passenden Stöpsel verschließbaren Abflußröhre versehen, durch welche man, nach dem Ausschöpfen der Bleikrystalle, das silberhaltige Blei ablaufen läßt. Jeder dieser Kessel ist in einem besonderen Ofen eingemauert und faßt über 6000 Pfund Blei.

Sobald das Blei eingeschmolzen ist, nimmt man das Feuer unter dem Kessel weg, verschließt den Fuchs, die Heizthür und den Aschenfall so luftdicht wie möglich mit Thonbrei, um die Abkühlung thunlichst zu verzögern, und läßt nun mit einer runden, unten meißelförmig abgeplatteten Eisenstange fortwährend rühren, wobei der Arbeiter besonders die Wände des Kessels, an welchen das Blei zuerst erstarrt, rein halten muß. Sobald die Krystallisation beginnt, sucht er mit einer eisernen Schaumkelle, die er in dem Metallbade umherführt, die vorhandenen Bleikörnchen zu sammeln. Beim Herausheben der Kelle bleiben diese in Gestalt einer schwammigen, halbkrystallinischen, halbteigigen Masse auf ihr zurück, während die flüssigen Theile größtentheils abfließen. Durch einige rasch geführte Schläge gegen den Handgriff der Kelle läßt sich die Trennung der flüssigen von den festen Theilen noch befördern.

Die Menge von Blei, die sich auf diese Art abscheiden läßt, richtet sich nach dem Silbergehalt. Bei armem Werkblei wird gewöhnlich das Ausschöpfen so lange fortgesetzt, bis noch ein Drittel zurück ist; bei reicheren Werken beobachtet man das umgekehrte Verhältniß. Wollte man die Anreicherung direkt weiter treiben, so würden die ausgeschöpften Bleikrystalle in der zwischen ihnen eingeschlossenen Legirung eine zu große Menge Silber mit fortführen, und man ist daher genöthigt, die Operation mehrmals nach einer bestimmten Reihenfolge zu wiederholen, die sich am besten durch ein Beispiel erläutert:

Gesetzt das zu verarbeitende Werkblei enthalte im Zentner ein Loth Silber, in der Tonne von 20 Zentnern also 20 Loth. Schmelzt man zu Anfang 3 Tonnen, also 60 Zentner, worin 60 Loth Silber, ein, so erhält man bei der ersten Operation:

a) 40 Zentner ausgeschöpftes Blei, welches im Zentner noch 8/10 Grän Silber hält, also im Ganzen . . . . 18 Loth,
b) 20 Zentner Reichblei, mit 2 Loth 18/10 Grän im Zentner, also im Ganzen . . . . 42 „

in Summa . . 60 Loth.

Beide Legirungen, sowohl a) und b) werden nun, jede mit einer größeren Menge derselben, von andern Operationen herrührenden Legirung zusammen genommen und derselben Bearbeitung unterworfen.

Aus 60 Zentnern der Legirung a) erfolgen 40 Zentner armes Blei mit 8 Loth 18/10 Grän Silber (im Zentner also 36/10 Grän haltend), welches entweder in den Handel gebracht, oder falls man es für ökonomisch hält, einer nochmaligen Operation übergeben wird. Aus 60 Zentnern der Legirung b) dagegen werden erhalten:

40 Zentner mit 37 Loth 14 Grän Silber, also im Zentner 17 Grän enthaltend, ferner

20 Zentner mit 88 Loth 3,4 Grän Silber, also im Zentner 4 Loth 74/10 Grän haltend.

Eine nochmalige Behandlung dieser letzten Legirung würde sie zu einem Gehalte von 9 Loth 4 Grän im Zentner bringen u. s. f.

Die Kosten des Pattinson'schen Verfahrens, mit Einschluß der dem Patentträger zu zahlenden Gebühr von 3 Shilling für 1 Fodder von 21 Zentner, betragen kaum den dritten Theil der früheren Kosten, welche sich für das Fodder auf 2 Lstr. 2 Sh. 2 d. stellten, während sie sich bei dem neuen auf 0 Lstr. 12 Sh. 7 d. belaufen.

Geht man nun von der Annahme aus, daß die Gewinnung des Sil-

bers aus silberhaltigem Blei nur dann mit ökonomischem Vortheil ausführbar ist, wenn der reine Gewinn sich mindestens auf $^1/_{10}$ der Gesammtkosten beläuft, so findet man, daß bei dem alten Verfahren das Blei, um treibwürdig zu sein, wenigstens $16^8/_{10}$ Loth im Fodder (0,8 Loth im Zentner) enthalten muß, während bei dem neuen schon 6 Loth im Fodder die Abscheidung gestatten.

Die Pattinson'sche Anreicherungsmethode hat sich in England als sehr vortheilhaft erwiesen, besonders weil sie sich so vorzüglich gut zur Verarbeitung großer Massen eignet.

Dieses Verfahren kann jedoch nur da mit Vortheil in Ausführung gebracht werden, wo der Silbergehalt des Werkbleies gering, nicht viel über 1 Loth im Zentner ist, weil bei größerem Silbergehalt der Prozeß der häufigen Wiederholungen wegen so sehr in die Länge gezogen wird, daß die Kosten jene der gewöhnlichen Treibarbeit übersteigen. Auch eignet sich dieses Verfahren nur zur Behandlung eines sehr reinen Werkbleies, wie dieses gerade in England vorkommt. An andern Orten, z. B. am Harz, angestellte Versuche mit weniger reinem, silberreicherem Blei haben keine günstigen Resultate gegeben.

Parkes neu erfundene Methode besteht in der Anwendung von Zink zum Entsilbern des Bleies, und beruht darauf, daß sich Blei und Zink nicht zu einer Legirung vereinigen können, und ferner, daß die Verwandtschaft des Silbers zum Zink größer ist, als die zum Blei. Wenn daher silberhaltiges Blei mit Zink zusammengeschmolzen, stark durchgerührt und darauf (noch im geschmolzenen Zustande) der Ruhe überlassen wird, so sammelt sich das spezifisch leichtere Zink, welches bis auf einen höchst unbedeutenden Rest das vorhandene Silber in sich aufgenommen hat, auf der Oberfläche des Metallbades, worauf es nach dem Erstarren von dem viel leichtflüssigeren Blei abgehoben werden kann.

Nach Mittheilungen eines Augenzeugen, Gurlt, welcher den Versuchen auf den Llanelly lead works in Süd-Wales beiwohnte, soll sich die Prozedur auch im Großen vortrefflich bewähren. Der Schmelzapparat bestand in einem gußeisernen kesselförmigen Topf von $2^1/_2$ Fuß Durchmesser, 2 Fuß Tiefe und $^1/_4$ Zoll Wandstärke, hatte am Boden ein $1^1/_2$ Fuß langes Ablaßrohr, welches während der Arbeit mit Thon verstopft wurde, und war in einen Ofen so eingemauert, daß man bequem ein Feuer darunter anmachen konnte.

Es wurden 20 Ztr. Barrenblei, welches schon nach dem Pattinson'schen Verfahren entsilbert war, darin geschmolzen, und zur Temperatur des schmelzenden Zinks erhitzt, sodann 1 Ztr. geschmolzenes Zink zugegeben, und das Ganze eine Viertelstunde lang mit einer eisernen Stange durchgerührt. Hierauf wurde das Feuer aus dem Ofen genommen, und derselbe überall fest verschlossen, um ein sehr langsames Erkalten zu erzielen. Das leichtere Zink stieg nun während der Ruhe zur Oberfläche und bildete nach $2^1/_2$ Stunden eine feste Scheibe, welche vom Rande abgelöst und von dem noch flüssigen Blei abgehoben wurde.

Das so behandelte Blei zeigte sich so vollständig entsilbert, daß es in 1 Tonne nicht mehr als $^1/_2$ bis höchstens 1 Unze Silber enthielt, während es vor der Behandlung mit Zink noch 90 bis 120 Unzen Silber enthalten hatte.

Das entsilberte Blei wurde durch das Abflußrohr abgelassen und in Formen gegossen, das silberhaltige Zink aber in thönernen Retorten einer Destillation unterworfen, in welchen dann das Silber in Verbindung mit etwas Blei zurückblieb, während das überdestillirte, nur wenig Silber haltende Zink zur Ausführung neuer Operationen, bis auf unvermeidliche kleine Verluste, immer wieder benutzt werden konnte.

Bei den ersten Versuchen zeigte sich das gewonnene Blei etwas zinkhaltig und dadurch hart; es ergab sich aber später, daß diesem Uebelstande begegnet werden konnte, wenn die Temperatur so niedrig wie möglich gehalten wurde, und nur eben die Schmelzhitze des Zinkes erreichte, und daß endlich auch das etwa aufgenommene Zink leicht entfernt werden kann, indem man das Blei auf dem Herde eines Flammofens einschmelzt, und hier einige Zeit der Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffes aussetzt, wodurch das Zink zuerst oxydirt, und so vom Blei getrennt wird.

Die zum Entsilbern nöthige Menge Zink hängt von der Menge des Silbers ab. Parkes gibt an, daß je 14 Unzen Silber 22,4 Pfund Zink erfordern.

Die Parkes'sche Entsilberungsmethode hat vor der Pattinson'schen den Vorzug einer viel vollständigeren Abscheidung des Silbers, und vor der gewöhnlichen Treibarbeit den eines weit geringeren Aufwandes an Brennmaterial und eines geringeren Verlustes an Blei.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß von Pattinson eine Methode der Bleiweißfabrikation aus Bleiglanz erfunden ist, bei welcher ebenfalls der Sibergehalt des Bleies vollständig zu Gute gebracht wird. M. s. Bleiweiß.

Eigenschaften des Bleies.

Das Blei hat die bekannte, etwas in's Bläuliche spielende Farbe und auf frischen Schnittflächen starken Metallglanz, läuft aber an der Luft bald an und gewinnt dadurch ein mehr oder weniger weißlich graues mattes Ansehen. Das Gefüge ist dicht ohne die geringste Anlage zur blättrigen Struktur; dabei ist das Blei sehr duktil und hämmerbar, ungemein weich, so daß es sich mit dem Messer schneiden läßt, und fast ganz unelastisch. Das spez. Gew. ist bei gewöhnlichem Blei = 11,352, das des ganz reinen dagegen 11,38 bis 11,44. Es schmilzt nach Kupffer bei 334° C., und krystallisirt beim Erkalten in Oktaëdern, die auf solche Art in einander gewachsen sind, daß das Ganze das Ansehen eines Aggregates vierseitiger Pyramiden gewinnt. Bei einer dem Schmelzpunkt nahe liegenden Temperatur ist es so mürbe, daß es durch einen Schlag, oder indem man es mit Gewalt auf die Erde wirft, in kleine Bruchstücke von körnigem Gefüge zerspringt.

Das Blei bildet vier Oxydationsstufen: 1. Das Suboxyd, von grauer Farbe, welches nach einigen Chemikern den feinen Ueberzug bilden soll, der auf der Oberfläche des Bleies entsteht, wenn es einige Zeit der Luft exponirt ist; auch entsteht es beim Glühen von kohlensaurem Bleioxyd. Die Existenz dieses Suboxyds unterliegt noch großen Zweifeln, da man dieses graue Pulver auch als ein Gemeng von metallischem Blei mit Bleioxyd betrachten kann. 2. Das Oxyd, entsteht auf mancherlei Art; besonders leicht erhält man es, wenn man geschmolzenes und bis zum schwachen Glühen erhitztes Blei dem freien Luftzutritt aussetzt, oder auch durch Glühen von salpetersaurem Blei, wobei die Salpetersäure zersetzt und ausgetrieben wird. Es ist von blaßgelber, oft etwas in's Röthliche spielender Farbe, und wurde früher, unter dem Namen Massicot, als gelbe Malerfarbe benutzt, was jetzt, nachdem andere Bleiverbindungen, besonders das Chromgelb und das Kasseler Gelb, bekannt geworden sind, nicht mehr der Fall ist. Geschmolzen und wieder erstarrt, bildet es eine sehr schwere schuppig blättrige Masse von röthlichgelber Farbe, die Bleiglätte (Glätte, Glötte, Silberglätte, Goldglätte), die bei der Treibarbeit gewonnen wird und so, wie sie im Handel vorkommt, fast immer mit geringen Mengen fremder Metalloxyde, als Eisen- und Kupferoxyd, zu-

weilen auch mit metallischem Silber verunreinigt ist, gewöhnlich auch etwas Kohlensäure enthält. Längere Zeit dem freien Luftzutritt dargeboten, zieht es so viel Kohlensäure an, daß es zu einem weißen Pulver zerfällt. Es ist eine starke Salzbasis und bildet in Verbindung mit Säuren die verschiedenen Bleisalze. Es ist aus gleichen Atomen Blei und Sauerstoff zusammengesetzt, und besteht in 100 Theilen aus 92,83 Blei und 7,17 Sauerstoff. Durch Glühen mit Kohle, so auch vor dem Löthrohr, wird es äußerst leicht zu metallischem Blei reduzirt. 3. Das Bleisuperoxydul oder Sesquioxyd ist von orangenrother Farbe und enthält 3 Atome Sauerstoff auf 2 Atome Blei, also in 100 Theilen 89,62 Blei, gegen 10,38 Sauerstoff, oder genau um die Hälfte des letzteren mehr als das Oxyd. Diese Verbindung kommt, noch mit etwas Oxyd gemengt, in der Mennige vor. M. s. diesen Artikel. 4. Endlich das Superoxyd; entsteht durch Behandlung der Mennige mit verdünnter Salpetersäure. Es hat eine dunkelbraune Farbe und verwandelt sich beim Erhitzen unter Entwickelung von Sauerstoffgas in gelbes Oxyd. Es gibt überhaupt das zweite Sauerstoffatom sehr leicht ab, und befördert dadurch die Verbrennung leicht oxydirbarer Körper. Es findet gegenwärtig bei der Fabrikation der Streichzündhölzer eine nicht unbedeutende Anwendung, indem es, statt der sonst gebräuchlichen Mennige, eine besonders leicht und sicher zündende Masse gibt.

Die Anwendungen des Bleies zu tausend Zwecken des gemeinen Lebens und der Gewerbe sind zu bekannt, als daß eine nähere Erörterung derselben nöthig wäre.

Bleichen. Die Operation, durch welche die organische Faser, als Baumwolle, Flachs, Hanf, Wolle, Seide und die aus diesen Stoffen fabrizirten Garne und Gewebe, so wie auch andere vegetabilische und animalische Substanzen des ihnen gewöhnlich anhängenden Farbstoffes entledigt und in mehr oder weniger vollkommen weißem Zustande hergestellt werden.

Es sind vorzugsweise drei Mittel, welche diesen Zweck erfüllen, nämlich: 1. Luft und Licht, 2. Chlor, 3. schweflige Säure, deren Wirkung jedoch den Unterschied darbietet, daß die zuerst genannten die färbende Substanz wirklich zerstören, mithin eine dauernde Bleichung bewirken, wogegen die schwefelige Säure den Farbstoff nur vorübergehend unsichtbar macht, nicht zerstört, so daß er nach Verlauf einiger Zeit wieder zum Vorschein kommt. Man greift daher zu diesem Mittel nur in solchen Fällen, wo die andern aus besonderen Gründen nicht in Anwendung gebracht werden können. Im Uebrigen weichen die verschiedenen Bleichmethoden je nach der Natur des zu bleichenden Körpers und nach örtlichen Gebräuchen und Umständen von einander ab, und geben hinsichtlich der Schnelligkeit, der Sicherheit, der ökonomischen Verhältnisse und der Schönheit der erzielten Produkte sehr verschiedene Resultate.

Das Bleichen an freier Luft und im Sonnenschein (die Rasenbleiche) ist bei weitem das älteste, in manchen Ländern auch jetzt noch das gewöhnlichste Verfahren, und steht bei einem großen Theile des konsumirenden Publikums in dem günstigen Rufe, als beeinträchtige es die Festigkeit der Faser weniger, als die andern Bleichmethoden. Die ganze Prozedur ist höchst einfach und besteht darin, die Waare auf einem Rasenplatz unter freiem Himmel auszubreiten und hier unter häufigem Begießen (zuweilen auch ohne dieses) dem Sonnen- oder zerstreuten Tageslichte, dem Regen und Thau zu exponiren.

Die Wirkung der atmosphärischen Luft besteht ohne Zweifel in einer Oxydation, wobei das Sonnenlicht eine Erhöhung der Verwandtschaft

zwischen dem Sauerstoff und den oxydirbaren Bestandtheilen des Farbstoffes, dem Kohlen- und Wasserstoff, bedingt. Auch das Wasser, mit welchem die Stoffe begossen werden, befördert den Prozeß, indem es Sauerstoffgas aus der Luft absorbirt, welches im tropfbarflüssigen Zustande weit kräftiger wirkt, als im gasförmigen. Nach der Ansicht einiger Chemiker soll das Licht ganz auf ähnliche Art, wie eine hohe Temperatur wirken, eine Aenderung in der Mischung der Bestandtheile des Farbstoffes bewirken, und ihn dadurch in einen neuen farblosen Stoff umwandeln.

Chlorbleiche. Die Chemie hat glücklicher Weise in dem Chlor, das in älteren Zeiten ganz unbekannt war, ein Bleichmittel entdeckt, welches in Schnelligkeit, Wohlfeilheit und Vollkommenheit der Leistunge nwahrhaft erstaunenswürdige Resultate liefert, und in dieser Beziehung die Rasenbleiche weit hinter sich zurückläßt. Die Chlorbleiche wird auf die Art ausgeführt, daß man den zu bleichenden Stoff in ein Bad von sehr verdünntem Chlorwasser, oder gewöhnlich in eine verdünnte Lösung von unterchlorigsaurem Kalk (Chlorkalk) oder unterchlorigsaurem Natron oder Kali einlegt. Das Chlor besitzt, hauptsächlich in Folge seiner großen Verwandtschaft zum Wasserstoff, die Eigenschaft, die meisten organischen Verbindungen zu zerstören, indem es sich mit dem Wasserstoff derselben zu Chlorwasserstoff vereinigt, und zerstört daher auch die organischen Farbstoffe, wogegen es auf die unorganischen (mineralischen) Farben meistens ohne Einwirkung bleibt Auch hier wird die Wirkung durch die Gegenwart von Wasser erhöht; denn farbige Stoffe in ganz trockenem Zustande mit trockenem Chlorgas behandelt, werden viel langsamer gebleicht, als wenn man sie anfeuchtet. Die obengenannten unterchlorigsauren Salze wirken weniger energisch, als das Chlor, aber immer noch kräftig genug, um die Bleichung schnell und vollständig zu bewerkstelligen, wogegen sie auf die Substanz der Faser ohne nachtheilige Einwirkung bleiben. Sie werden daher und zugleich aus dem Grunde, weil sie in der Anwendung viel bequemer sind, und nicht durch Aushauchen von Chlor den Arbeitern gefährlich werden, viel häufiger angewandt.

Bleichung mit schwefeliger Säure (Schwefeln). Die bleichende Wirkung der schwefeligen Säure besteht darin, daß sich dieselbe mit den Pigmenten zu farblosen Verbindungen vereinigt, ohne aber dieselben zu zerstören. Wenn daher nach längerer Zeit die schwefelige Säure durch Aufnahme von Sauerstoff sich in Schwefelsäure umwandelt, welche die Eigenschaft, die Pigmente zu binden, nicht besitzt, so kommt die ursprüngliche Farbe wieder zum Vorschein, wie man z. B. an alten Stroh- und Korbmacherarbeiten zu sehen oft genug Gelegenheit hat.

A. Das Bleichen der Baumwolle.

Die rohe Baumwolle ist mit einer harzigen Substanz überzogen, die dem Eindringen des Wassers, mithin auch den Beizen und Farbebrühen hindernd in den Weg tritt, und außer dieser noch mit einer geringen Menge eines gelben Pigments. welches freilich oft in so geringer Menge vorhanden ist, daß es überflüssig sein würde, die zum Färben bestimmte Baumwolle zu bleichen, wenn sie nicht durch die mannichfaltigen Prozeduren, die sie bei ihrer Verarbeitung durchläuft, so verunreinigt würde, daß eine Bleichung dennoch erforderlich ist. Es ist übrigens eine allen Färbern bekannte Thatsache, daß ungebleichte Baumwolle recht gut in dunkleren Farbtönen gefärbt werden kann, wenn nur jene harzige Substanz, die sich dem Eindringen der Farbstoffe entgegen setzt, beseitigt worden ist.

Diese Entfernung des harzigen Ueberzuges ist durch Behandlung der

Baumwolle mit heißer Natronlauge leicht zu erzielen, allein der gelbe Farbstoff löst sich darin nur theilweise, und der ungelöst gebliebene Rest färbt sich dadurch dunkler, so daß die so behandelte Baumwolle stärker gefärbt erscheint, als vorher. Er erlangt seine vollständige Löslichkeit nur erst, wenn er eine Zeit lang der vereinten Wirkung von Luft und Licht ausgesetzt, oder mit Chlor behandelt wird.

Baumwollene Gewebe enthalten außerdem noch Weberschlichte (Mehl- oder Stärkekleister), die man vor dem Gebrauch sauer werden läßt, oft auch Leim. Wenn diese Schlichte beim Weben zu trocken wird, so hilft der Weber wohl dadurch nach, daß er die Kettfäden mit schlechtem, wohlfeilem Oel oder Talg bestreicht, um sie geschmeidiger zu machen. Daher kommt es denn, daß das Gewebe, wenn es von diesem Fett nicht gehörig gereinigt ist, beim nachherigen Bleichen sich nicht gleichmäßig durchfeuchtet, und beim darauf folgenden Färben an den fettigen Stellen Flecken bekommt, die fast gar nicht fortzuschaffen sind. Bleibt das aufgestrichene Fett über Nacht mit den messingenen Rieten der Webeblätter in Berührung, so entsteht eine Art Kupferseife, von welcher das Gewebe oft nur mit Mühe zu reinigen ist. Nur durch Säuren (verdünnte Schwefelsäure) gelingt es, das Kupferoxyd auszuziehen, worauf dann die zurückbleibende Fettsäure durch die Behandlung mit kaustischer Lauge sich auflöst.

Endlich ist in den farbigen Geweben noch Schmutz von den Händen der Arbeiter ꝛc. enthalten, dessen Beseitigung durch die folgenden Waschungen keine Schwierigkeit macht.

Indem wir die bei baumwollenen Geweben jetzt nur wenig übliche Rasenbleiche übergehen, wenden wir uns sogleich zur Chlorbleiche.

Den Anfang macht bei den zum Kattundruck bestimmten Zeugen gewöhnlich

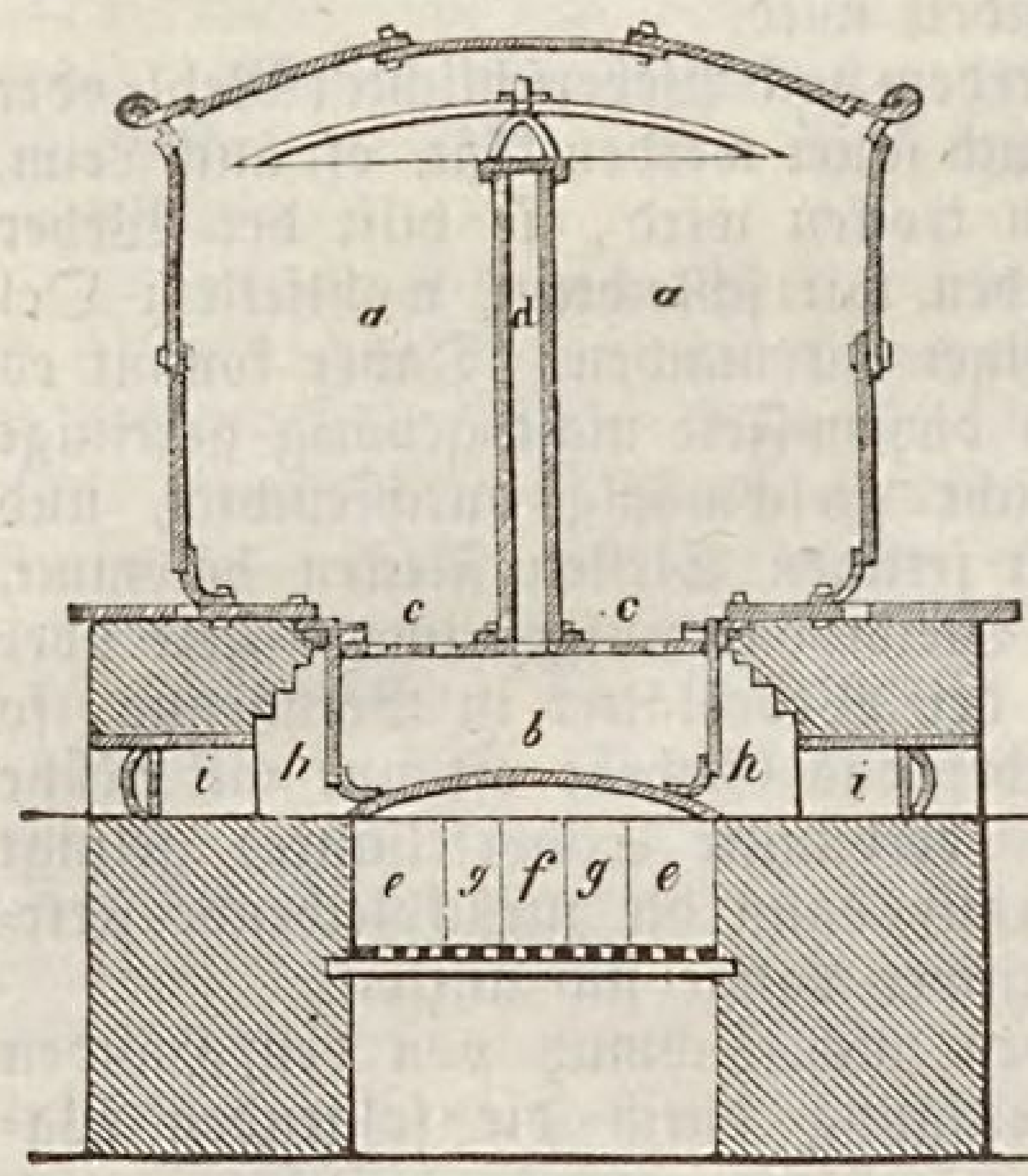
a) das Sengen, um die feinen Fäserchen, welche die Oberfläche des Gewebes bedecken und die Herstellung eines scharfen, reinen Druckes fast unmöglich machen würden, fortzuschaffen. Es wird nämlich, wie in dem Artikel Sengen näher nachzusehen ist, entweder über einen rothglühenden eisernen Halcylinder, oder nach der sinnreichen Erfindung von Hall über einer Reihe dicht neben einander brennender Gasflammen mit großer Geschwindigkeit hinweggezogen. Manche Kattundruckereien dagegen nehmen das Sengen als letzte Operation nach dem Bleichen vor.

b) Das Waschen. Dasselbe geschieht in Waschrädern oder unter Waschhämmern, deren erstere in einem besonderen Artikel beschrieben sind, auf welchen wir daher verweisen, hier nur kurz bemerkend, daß die Waschräder in hölzernen, 6 bis 7 Fuß im Durchmesser haltenden Trommeln bestehen, die im Innern vier Abtheilungen enthalten, in welche die Zeuge eingelegt werden. Während sich nun das Waschrad mit etwa 20 Drehungen in der Minute umdreht, und zugleich ein Strom reinen Wassers hindurchfließt, wird in etwa 8 Minuten die Waschung vollendet. Die Waschhämmer von ähnlicher Einrichtung wie Walkhämmer werden wir sogleich bei der Leinenbleiche, wo sie vorzugsweise Anwendung finden, näher beschreiben.

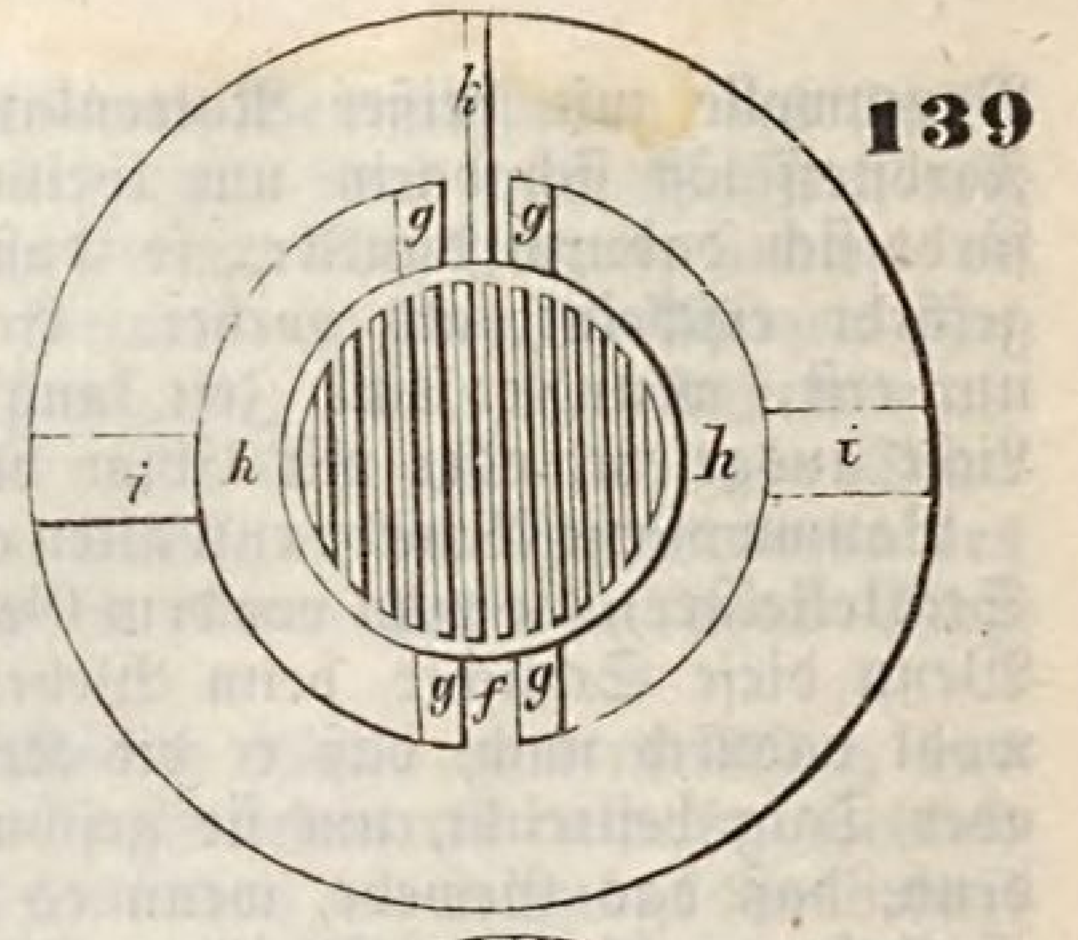
c) Kochen der Waare mit Wasser. Dasselbe hat den Zweck, die durch das vorläufige Waschen nur unvollständig erreichte Entfernung der Weberschlichte und anderer Unreinigkeiten zu vollenden; zugleich auch die Fäden des Gewebes vollständiger zu durchfeuchten und den später zur Anwendung kommenden Agentien zugänglicher zu machen. Zum Kochen eignet sich vorzüglich der englische Ueberguß-Apparat, dessen man sich auch zum Bäuchen bedient. M. s. Fig. 138, 139 und 140.

Er besteht aus zwei Abtheilungen, einer oberen größeren, und einer kleineren unteren. Die untere b, Laugensack, ist in einen Ofen ein-

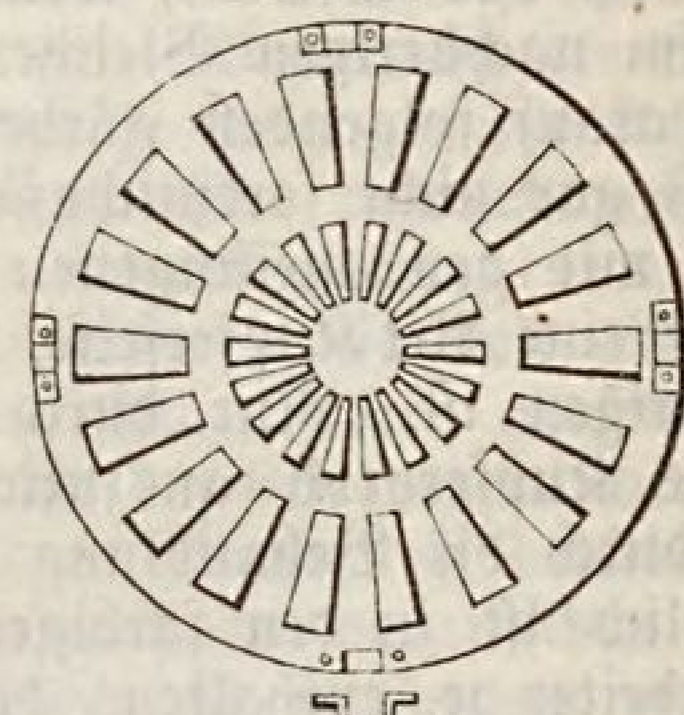
138



139



140



gemauert und wird sowohl von unten, als auch von den Seiten von dem Feuer umspielt. Ein eiserner Rost c c, in Fig. 140 besonders dargestellt, bildet die Scheidewand zwischen dem Laugensacke und dem zur Aufnahme der Zeuge bestimmten eisernen Kessel a, dessen Gestalt aus der Figur ersichtlich ist. Der Rost enthält in der Mitte eine runde Oeffnung, auf welcher das Rohr d befestigt ist, durch welches die Lauge oder das kochende Wasser aufsteigt, um sich mittelst der schirmförmigen Platte nach allen Seiten hin über die Zeuge zu ergießen. Die Einrichtung des Ofens ergibt sich aus Fig. 138 und 139, deren letztere ein horizontaler Durchschnitt in der Höhe der Linie x ist. Das auf dem runden gußeisernen Rost brennende Feuer gelangt durch die Kanäle g g in die Feuerzüge h h, um so auch die Seitenwand des Laugensackes zu umspielen, und dann in den Schornstein abzuziehen. Zwischen den Kanälen g g sind die gemauerten Zungen f, in deren einer das Abflußrohr k zum Ablassen der Lauge aus dem Kessel eingemauert ist. Die Oeffnungen i i dienen zum Reinigen der Feuerzüge, und bleiben während der Arbeit geschlossen.

Nachdem der Laugensack mit Wasser ganz gefüllt ist, legt man die Waare in den Kessel ein, so jedoch, daß sie sich in schräger, der Mitte zugeneigter Lage befindet, um das sich darüber ausbreitende Wasser besser nach unten abfließen zu lassen. Hierauf wird noch so viel Wasser zugegossen, daß auch beim stärksten Kochen der Rost mit Wasser bedeckt, der Laugensack also auch immer ganz gefüllt bleibt. Hierauf wird Feuer angemacht, und das Wasser zum Kochen gebracht, wo es nun in Folge des Dampfdruckes in der mittleren Röhre in die Höhe getrieben wird, gegen den Schirm stößt und so nach allen Seiten hin gleichmäßig sich über die Waare vertheilt. Die so entstandene Zirkulation des kochenden Wassers bewirkt eine sehr gleichmäßige und vollständige Waschung, während die Waare außer aller Berührung mit den vom Feuer erhitzten Wänden bleibt. Die Kochung wird 10 Stunden lang fortgesetzt und es können in einem Apparat 600 Stück Kattun gleichzeitig gekocht werden.

d) Waschen. Nach beendigter Kochung kommt die Waare noch warm in das Waschrad.

e) Kochung mit Kalkmilch. Die Waare wird nun in demselben Apparat mit sehr verdünnter Kalkmilch gekocht, welche für einen Apparat der angegebenen Größe 35 bis 40 Pfund Kalk enthält, und zur Entfernung aller Klümpchen durch ein feines Sieb gelassen sein muß. — Nach beendigter Kochung folgt wieder

f) Waschen im Waschrad, wobei besonders darauf zu sehen ist, daß es sogleich nach dem Kochen vorgenommen werde, damit nicht vorher durch Anziehen von Kohlensäure aus der Luft sich kohlensaurer Kalk bilde, der sich auf den Geweben befestigt und die folgenden Behandlungen erschwert. Es folgt sodann:

g) Das Bäuchen mit ätzender Kalilauge. Man bereitet dieselbe durch Verdünnen von konzentrirter Lauge mit Wasser in solchem Verhältniß, daß sie 80 Pfund roher Pottasche entspricht. Die Kochung wird wieder 10 Stunden lang fortgesetzt, dann wieder

h) Waschen im Waschrad; hierauf abermals

i) Bäuchen mit etwas schwächerer Lauge, von 70 Pfd. Pottasche; nach diesem, ohne vorher zu waschen, ein drittes

k) Bäuchen mit Lauge von 60 Pfd. Pottasche. Hierauf wieder

l) Waschen im Waschrad. Sodann:

m) Ausringen in der Wringmaschine, welches nicht nur das Auswringen des aufgenommenen Wassers, sondern auch das Entwirren der bei den vorhergehenden Operationen vielfältig zusammengelegten Stücke bezweckt. Die Wringmaschine, die an der einen Seite eines Wasserbehälters aufgestellt ist, besteht ganz einfach aus zwei Walzen von Birkenholz, die horizontal in einem Gerüst liegen, und deren obere mit Gewalt gegen die untere gedrückt wird, während die letztere durch Wasser- oder Dampfkraft gedreht wird. Man läßt alle Mal zwei Stücke des Zeuges zugleich zwischen ihnen hindurch gehen, wobei sie nicht nur die nöthige flache Ausbreitung erlangen, sondern auch fast trocken gepreßt werden.

n) Chlorbad, wozu man sich hölzerner Bottige oder viereckiger Kästen bedient. Als Bleichmittel wird gewöhnlich Chlorkalk, viel seltener Javellische Lauge (unterchlorigsaures Natron) angewandt. Man bereitet eine konzentrirte Auflösung des Chlorkalkes und verdünnt sie so stark, daß auf je 24 Quart Flüssigkeit 1 Pfund guter Chlorkalk kommt, also etwa 2 Prozent. Wesentliche Bedingung ist, daß die Waare von der Bleichflüssigkeit vollständig bedeckt werde, weil etwa aus ihr hervorragende Theile, in welchen sich durch Verdunstung die Flüssigkeit konzentrirt, angegriffen und mürbe werden. Man läßt die Waare 24 bis 30 Stunden in der Bleichflüssigkeit. Die aus dem Chlorbade kommende Waare wird, nachdem sie nur kurze Zeit zum Ablecken hingelegt worden,

o) einer Waschung unterworfen, worauf

p) das Sauerbad folgt. Hierzu dient sehr verdünnte Schwefelsäure, aus Wasser mit dem vierzigsten Theile seines Gewichts konzentrirter Schwefelsäure bereitet.

Es wird ebenfalls in hölzernen Kufen oder Kästen unter Beobachtung der beim Chlorbade gegebenen Vorsichtsmaßregel gegeben, und nach Erforderniß 20 bis 30 Stunden fortgesetzt. Die aus dem Sauerbad genommene Waare wird sogleich:

q) einer anhaltenden Waschung unterworfen, um jede Spur von Schwefelsäure zu beseitigen; worauf man sie

r) einer nachträglichen Bleichung auf dem Bleichplan 24 bis 48 Stunden lang unterwirft; es wird sodann:

s) nochmals gewaschen, und schließlich

t) im Trockenhause getrocknet.

Solche baumwollene Stoffe, welche nicht gedruckt, sondern weiß in den Handel gebracht werden sollen, erfordern in den meisten Fällen eine Appretur, indem man sie stärkt, trocknet und auf dem Kalander rollt. Die Stärke wird, mit Indig gebläuet, mit Wasser zu Kleister gekocht, derselbe in angemessenem Verhältniß mit Wasser verdünnt und in den Kasten der Stärk- oder Klotzmaschine gegeben. Die Waare läuft unter einer in diesem Kasten befindlichen Walze hinweg, wird dadurch mit der Appretirflüssigkeit getränkt, und nimmt sodann ihren Weg zwischen zwei hölzernen Walzen, ähnlich der Wringmaschine, hindurch, worauf sie über die mit Dampf geheizten kupfernen Trommeln der Trockenmaschine geht, um hier getrocknet zu werden. Wesentlich ist hierbei, daß die Stücke ihrer Breite nach ganz flach ausgebreitet und ohne die geringsten Falten über die Trockenmaschine gehen, welches auf eine ebenso einfache wie wirksame Art geschieht. Es befindet sich nämlich nahe vor der Trockenmaschine eine breite, etwas zylindrisch gewölbte Leiste, deren Oberfläche der Quere nach wellenförmig gereift ist, so jedoch daß die Reifen eine schräge Richtung haben, und zwar die der einen (rechten) Hälfte rechts von der vertikalen Richtung, jene der linken Hälfte links von derselben Richtung abweichen, so daß die Furchen der rechten und der linken Seite nach oben divergiren. Wird nun die in Falten liegende Waare über diesen divergirenden Furchen hinweggezogen, so breitet sie sich von der Mitte nach beiden Seiten hin aus, in welchem Zustande sie sodann auf den heißen Trommeln der Trockenmaschine getrocknet wird.

Statt der bloßen Stärke werden zu besonderen Zwecken noch andere Appretirmittel angewandt; so namentlich in England eine Mischung von Stärkekleister und Porzellanerde (Kaolin), welche unter dem Namen bleaching clay von St. Austle in Cornwall bezogen wird. Dieser Appretur bedient man sich, um bei höchst groben, lose gewebten baumwollenen Stoffen die Poren dermaßen zu verschmieren, daß das Ganze das Ansehen eines festen dichten Stoffes erhält. Ueber den Kalander ist der gleichnamige Artikel nachzusehen.

Das Bleichen baumwollener Garne stimmt mit dem Bleichen der Gewebe ganz überein, nur pflegt man nach beendigter Bleichung die Garne schließlich mit warmer Seifenlösung zu behandeln, wodurch sie weicher und milder werden.

B. Das Bleichen der Leinwand.

Die Flachsfaser enthält bedeutend mehr färbende Substanz als die Baumwolle, wie sich daraus ergibt, daß sie beim Bleichen fast ein Drittel ihres Gewichts verliert, während die letztere nur höchstens $^1/_{20}$ leichter wird. Die Flachsfaser ist in ihrem natürlichen Zustande von hell gelblichgrauer Farbe, nimmt aber bei der Operation des Röttens, deren Zweck darin besteht, die Fasern von der holzigen Substanz des Stengels zu lösen, wahrscheinlich in Folge einer Zersetzung des in der Rinde enthaltenen grünen Farbstoffes, eine dunklere Farbe an; daher denn auch Flachs, der ohne Röstung zubereitet ist, weit heller als der geröstete erscheint, und durch Waschen mit Seife ziemlich leicht so weit gereinigt werden kann, daß er eine fast weiße Farbe annimmt.

Die Substanz, welcher der geröstete Flachs seine eigenthümliche Farbe verdankt, ist in kochendem Wasser, in Säuren und Alkalien unauflöslich, hat aber die Eigenschaft, sich bei längerem Aussetzen an die Luft zu

oxydiren und dadurch in ätzenden und kohlensauren Alkalien löslich zu werden. Flachs und Hanf verhalten sich in dieser Beziehung ganz gleich, und bedingen daher ein und dasselbe Bleichverfahren.

Bei der gewöhnlichen Bleichmethode wird die Oxydation des Farbstoffes dadurch bewirkt, daß man die Waare der vereinten Einwirkung von Luft, Feuchtigkeit und Licht exponirt, sie also der Rasenbleiche unterwirft. Derselbe Zweck aber wird weit schneller durch Chlor erreicht; doch gelingt es weder durch die Chlor- noch durch die Rasenbleiche, den Farbstoff mit Einem Male, durch eine einzige Operation, vollständig zu beseitigen, und nur durch mehrmalige, abwechselnde Behandlungen mit den Oxydations- und Lösungsmitteln (Alkalien) erlangt die Flachsfaser ihre vollständige Weiße, und eben diese öfteren Wiederholungen sind es, welche die Leinenbleiche zu einer anscheinend komplizirten Arbeit machen.

Wir werden uns, um die dem Artikel gesteckten Grenzen nicht zu überschreiten, auf die Beschreibung der in Irland, besonders der Umgegend von Belfast, üblichen Bleichmethode beschränken, welche durch die Vorzüglichkeit ihrer Resultate mit Recht berühmt ist.

Die hauptsächlichsten, zu einer Bleiche dieser Art gehörigen Vorrichtungen, deren einige wir näher beschreiben werden, sind:

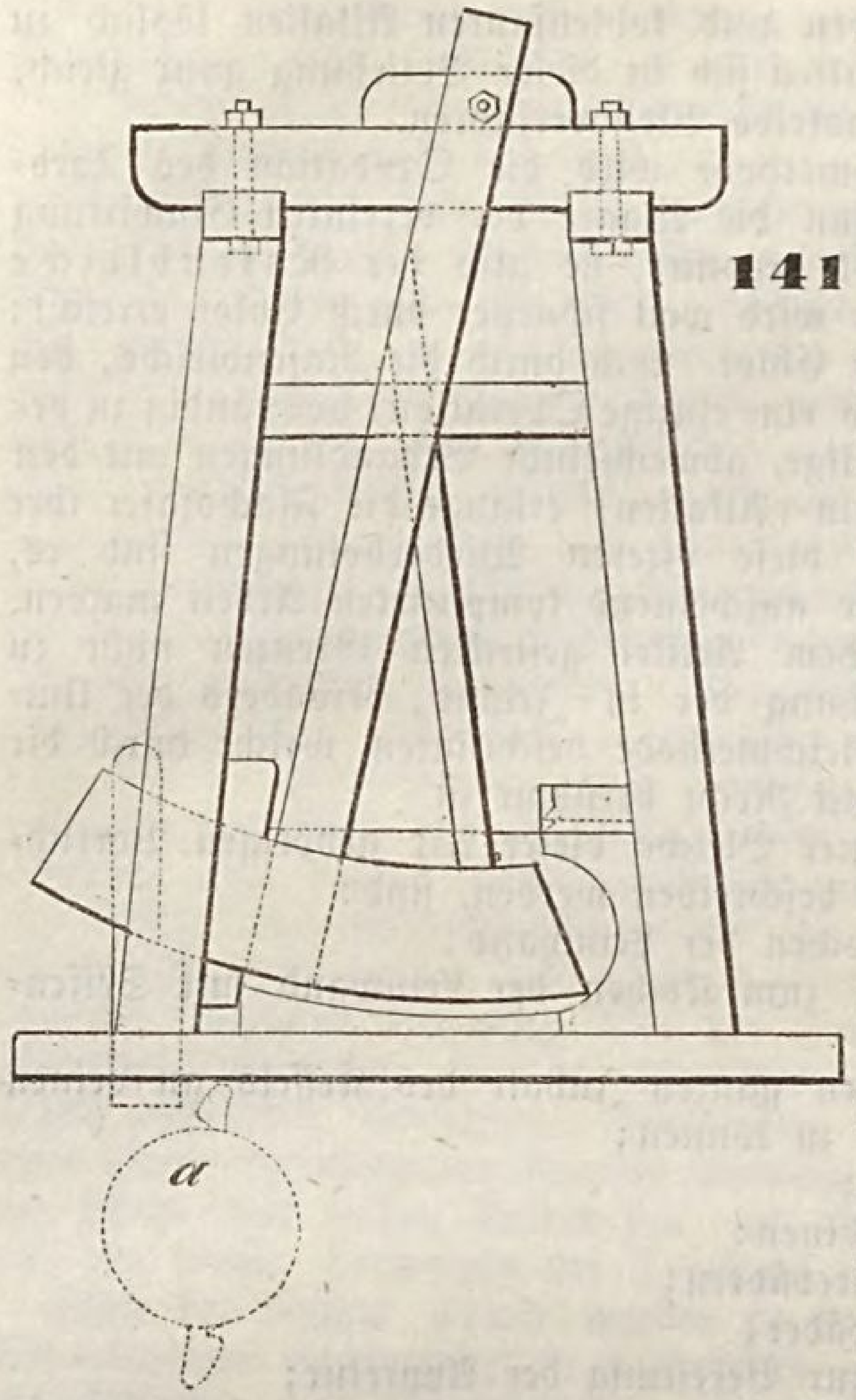
1. Ein großer Kessel zum Kochen der Leinwand;
2. ein zweiter kleinerer Kessel zum Kochen der Leinwand mit Seifenwasser;
3. ein großer Krahn, um den ganzen Inhalt des Kessels an Leinen mit einem Male herauswinden zu können;
4. eine Reihe Waschhämmer;
5. die Seif- oder Hobelmaschinen;
6. große Kästen zu den Säurebädern;
7. eben solche für die Chlorbäder;
8. ein eingemauerter Kessel zur Bereitung der Appretur;
9. eine Stärk- oder Wringmaschine;
10. eine Anzahl Stoßkalander;
11. Trockenvorrichtungen;
12. zwei gußeiserne Kessel zur Laugenbereitung.

1. Der Hauptkessel. Er ist von starkem eisernen Kesselblech nach Art der Dampfkessel genietet, in Gestalt einer großen, unten etwas abgeflachten Halbkugel von etwa 10 Fuß oberem Durchmesser. Er wird während der Kochung mit einem fest aufgeschraubten, flach gewölbten eisernen Deckel dampfdicht verschlossen, zu welchem Ende der obere breite Rand des Kessels eine Nuth enthält, in welche ein Hanfseil gelegt wird. In dem Deckel ist ein Sicherheitsventil, welches sich bei einem geringen Dampfdruck, von etwa 2 Pfund auf den Quadratzoll, öffnet. Unten, etwa 1½ Fuß über dem Boden des Kessels, ist ein Rost von Tannenholz eingelegt, damit die Waare nie den Boden des Kessels berühren könne. Auf anderen Bleichen arbeitet man mit offenen Kesseln, und erhitzt die Lauge durch eingeleiteten Dampf. Auch findet man wohl, um die Leinen vor jeder Berührung mit dem Eisen zu schützen, den Kessel, welcher in diesem Falle nicht kugel-, sondern kegelförmig gestaltet sein darf, mit tannenen Bohlen ausgefüttert.

2. Der zweite Kessel ist ein flacher eiserner Kessel mit hölzernem Sturz; oben etwa 6 Fuß im Durchmesser und mit Einschluß des Sturzes etwa 5 Fuß tief. Auch er enthält einen hölzernen Rost, wird aber nicht geschlossen, und ist gewöhnlich unmittelbar neben dem Hauptkessel eingemauert.

4. Die Waschhämmer, fast genau von der gewöhnlichen Einrichtung der Walkmühlen, nur mit dem Unterschiede, daß die Hämmer keine

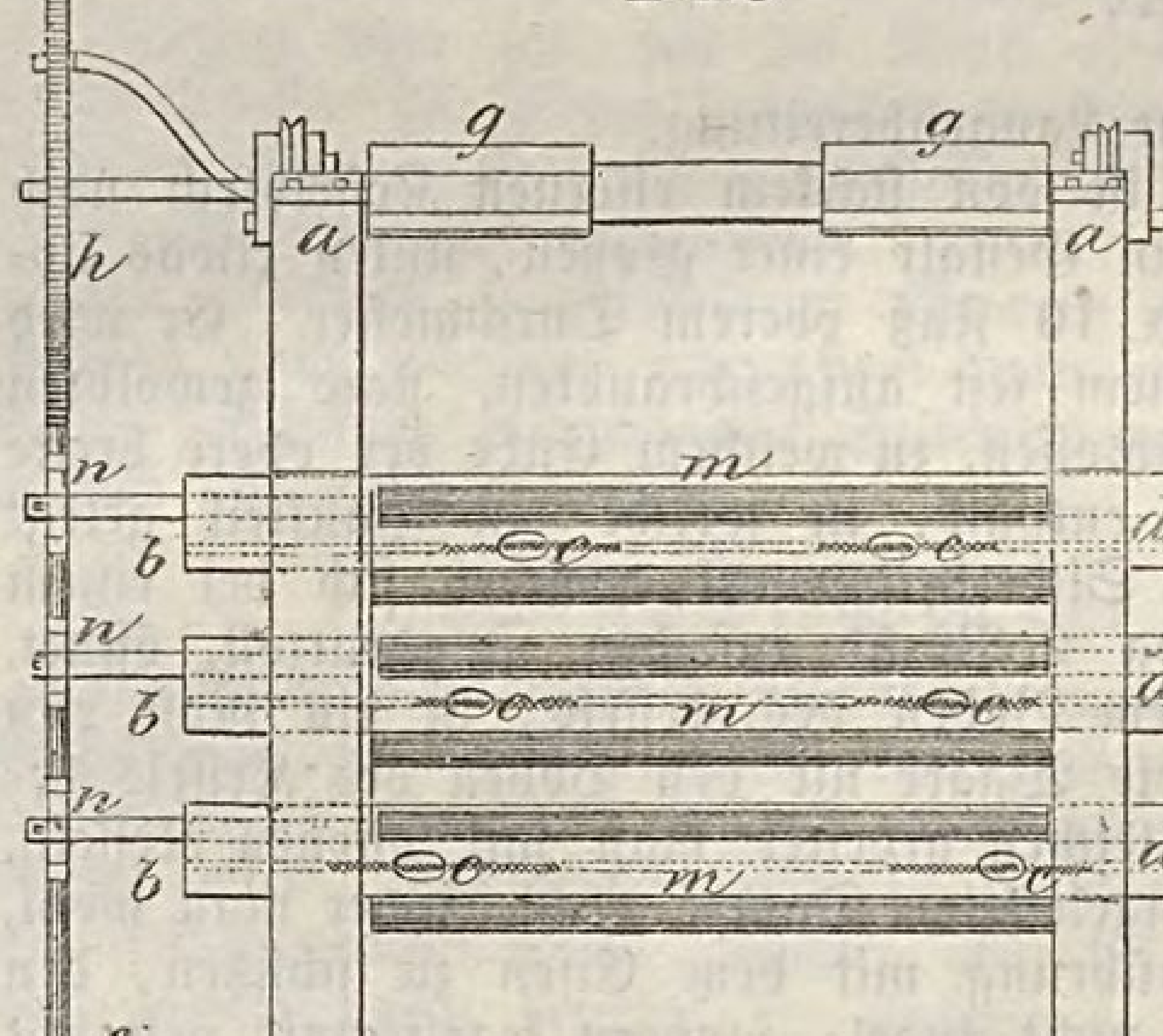
141



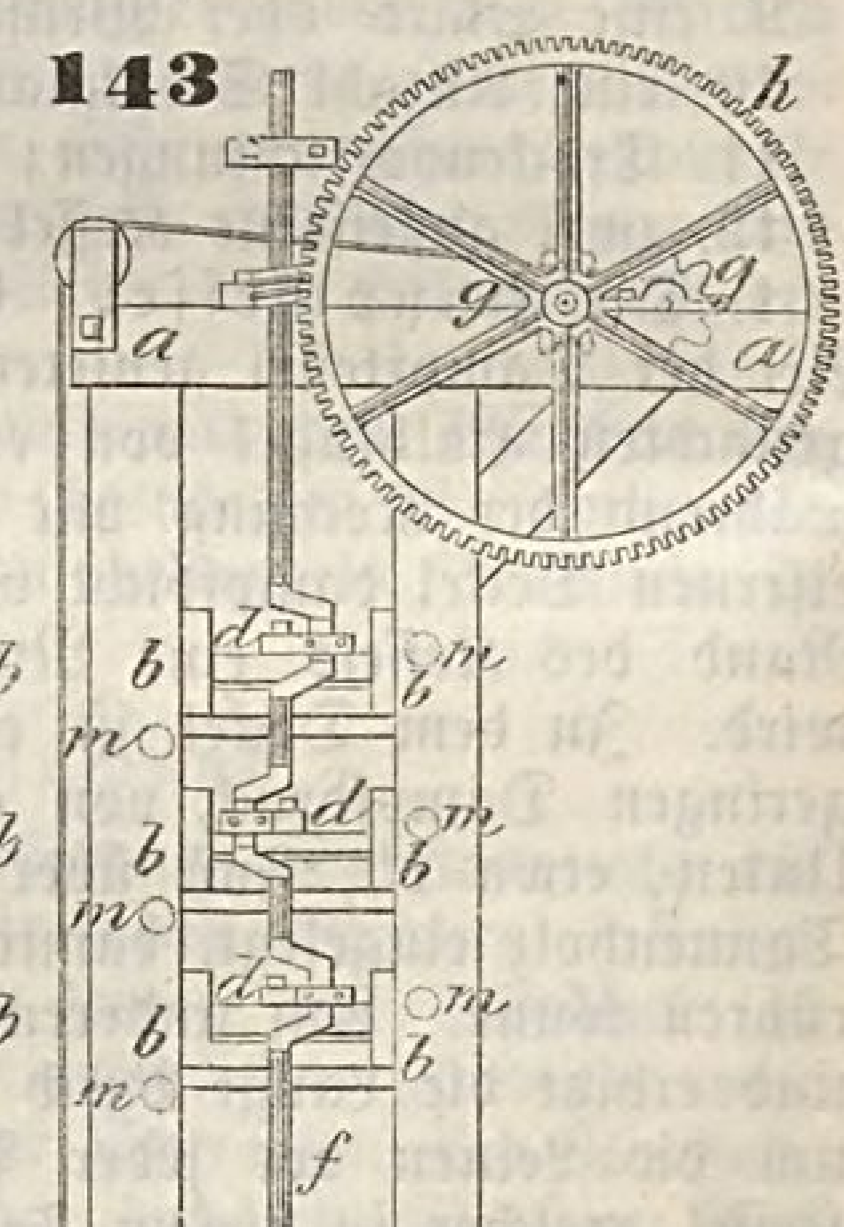
Zähne, sondern eine einzige schräge Bahn besitzen. M. s. Fig. 141, welche einer näheren Beschreibung nicht bedürfen wird. Die Hämmer werden durch eine von dem Wasserrade umgetriebene Daumenwelle a in Bewegung gesetzt, welche jeden Hammer in der Minute 30 Mal hebt und wieder fallen läßt. Gewöhnlich sind vier solche Hämmer in einem und demselben Gerüst neben einander angebracht. Aus einem Trog fließt durch eine Reihe Löcher reines ganz weiches Quellwasser auf die Waare, während das ausgedrückte Wasser unten abläuft.

5. Die Seif- oder Hobelmaschinen haben den Zweck, die Handarbeit beim Waschen zu ersetzen, und das mit heißem Seifenwasser getränkte Leinen einer gewaltsamen Reibung zwischen gezahnten Brettern zu unterwerfen. Fig. 142 und 143 zeigen diese Maschine von zwei Seiten gesehen. In dem höl-

142



143

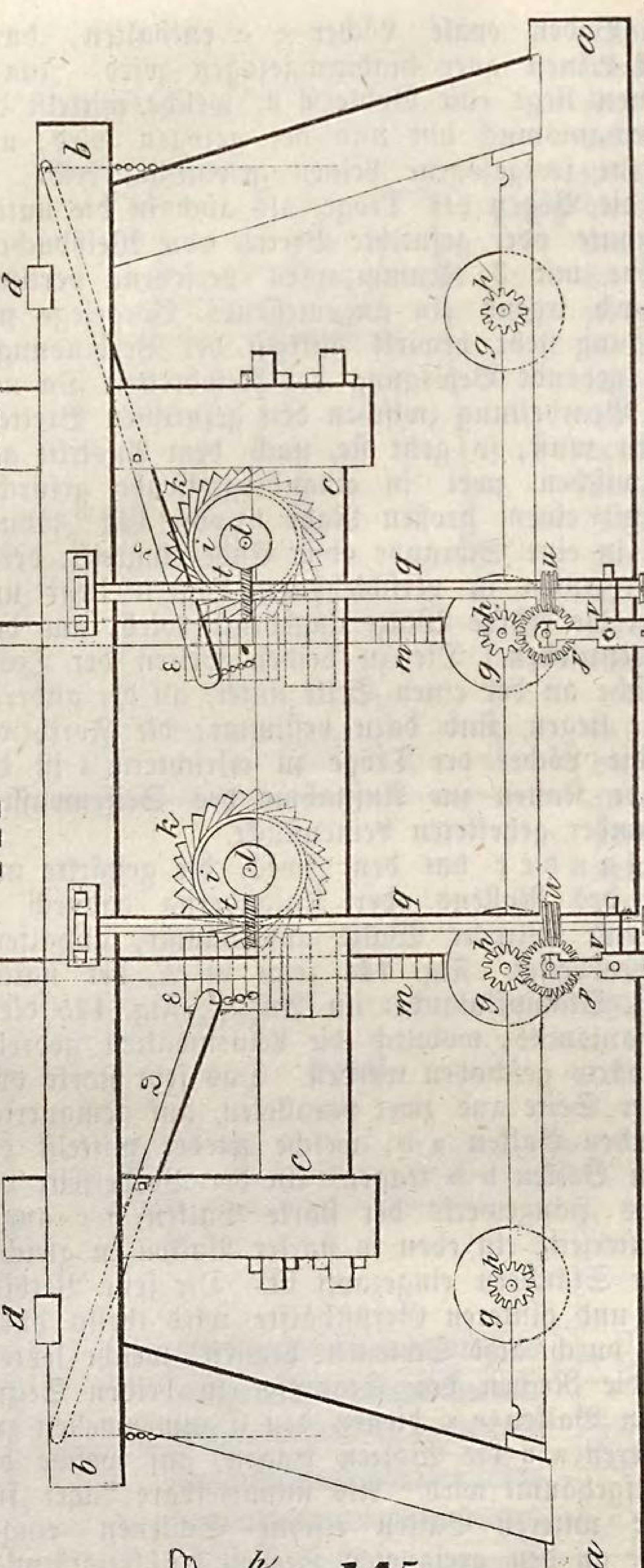


zernen Gerüst a a liegen auf Querriegeln drei aus eichenen Bohlen gebildete Rinnen oder Tröge b b, deren beide Seitenwände unmit-

telbar über dem unteren Boden ovale Löcher c c enthalten, durch welche bei der Arbeit das Leinen quer hindurchgezogen wird. Innerhalb einer jeden der Rinnen liegt eine Bohle d d, welche mittelst des gleich zu beschreibenden Mechanismus hin und her gezogen wird, und dabei das langsam unter ihr fortgezogene Leinen gewaltsam reibt, zu welchem Zwecke sowohl in die Böden der Tröge, als auch in die untere Seite der Reibebretter gezahnte oder gefurchte Bretter von Weißbuchenholz eingelassen sind. Eine mit 3 Krummzapfen versehene vertikale Welle f, welche wieder durch irgend ein angemessenes Vorgelege mit dem Wasserrade in Verbindung steht, bewirkt mittelst der Verbindungsstangen n die hin und her gehende Bewegung der Reibbretter. Da nun die Leinwand während der Bearbeitung zwischen den gefurchten Brettern langsam fortgezogen werden muß, so geht sie, nach dem Austritt aus den Löchern der Tröge zwischen zwei in einandergreifende gefurchte Walzen g g, deren eine mit einem großen Rade h von 144 Zähnen versehen ist, welches wieder in eine Schraube ohne Ende eingreift, deren andere dagegen mit ihren Zapfen in verschiebbaren Lagern liegt und durch Gewichte wie k gegen die erstere Walze angedrückt wird, um das Leinen festzuhalten und fortzuziehen. Die zu beiden Seiten der Tröge angebrachten Rollen m, welche an der einen Seite unter, an der anderen Seite über den Löchern c c liegen, sind dazu bestimmt, die Fortbewegung der Leinwand durch die Löcher der Tröge zu erleichtern. l ist der unter der Maschine stehende Kasten zur Aufnahme des Seifenwassers und der strangartig an einander gehefteten Leinenstücke.

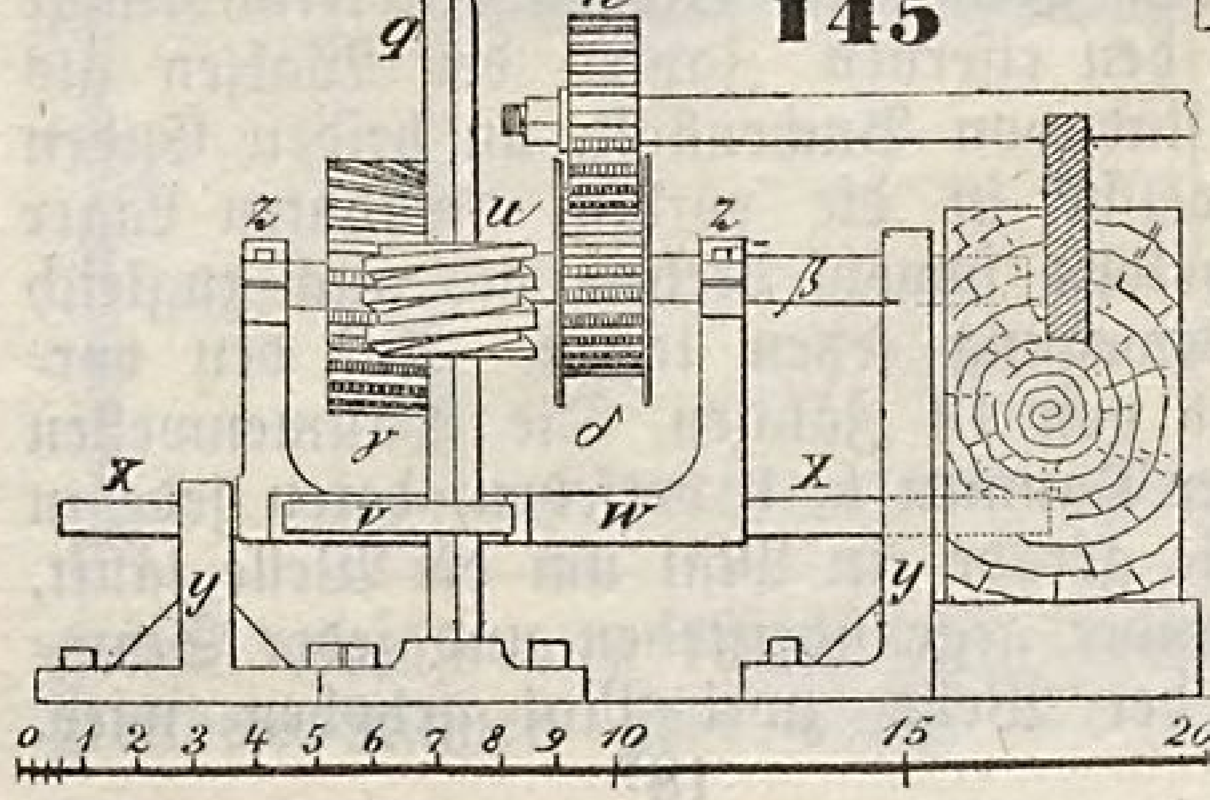
10. Der Stampfkalander hat den Zweck, die gestärkte und getrocknete Leinwand statt des Rollens oder Kalanderns dadurch zu glättten, daß man sie, auf eine hölzerne Walze aufgebäumt, anhaltend mit hölzernen Stampfen bearbeitet. Fig. 144 zeigt in $1/_{10}$ der natürlichen Größe einen irischen Stampfkalander im Aufriß, Fig. 145 dient zur Erläuterung des Mechanismus, wodurch die Leinenwalzen gedreht, und zugleich rück- und vorwärts geschoben werden. Das sehr starke hölzerne Gerüst besteht an jeder Seite aus zwei parallelen, auf gemauerten Unterlagen horizontal liegenden Balken a a, welche wieder mittelst der schrägen Ständer die oberen Balken b b tragen. An der Vorderseite der Maschine ist nach Art eines Hängewerks der starke Balken c c angebracht, während an der Hinterseite ein eben so starker Balken in gleicher Höhe zwischen den schrägen Ständern eingezapft ist. Die feste Verbindung zwischen der vorderen und hinteren Gerüsthälfte wird theils durch zwei Querriegel d d, theils durch acht Schienen bewirkt, welche letztere vornehmlich dazu dienen, die Reihen der Stampfer zu beiden Seiten einzuschließen. Die mittleren Balken c c dienen den Daumenwellen zur Unterlage, während die unteren a a die Walzen tragen, auf welche die zu stampfende Leinwand aufgebäumt wird. Als unmittelbare Lager für diese Walzen sind in die unteren Balken eiserne Schienen eingelassen, in deren oberer Seite an den geeigneten Stellen halbkreisförmige Ausschnitte sich befinden, welche den eisernen Zapfen der Walzen als Lager dienen. Die Walzen g, g sind von Buchenholz, an beiden Enden mit eisernen Zapfen versehen, welche in die vorhin erwähnten Lager eingelegt werden, und sich in denselben sowohl drehen, als auch zugleich in eine rück- und vorgehende Bewegung setzen lassen. Auf den vorderen Zapfen sitzen die Räder h, h von 13 Zähnen. Die Daumenwellen i, i sind mit zwei Reihen hölzerner Daumen k, k versehen, deren jede in einer langgezogenen Schraubenlinie gerade ein Mal um die Welle läuft, so daß allemal zwei Daumen einander gegenüberstehen und jeder Stampfer während eines Umganges der Welle zwei Mal gehoben wird.

144



Die Daumenwellen werden durch ein Wasserrad umgetrieben, enthalten aber an der Vorderseite die Schrauben ohne Ende oder Schnecken l, l, durch welche dem übrigen Mechanismus die Bewegung mitgetheilt wird. Die Stampfer, m, m, deren 30 in einer Reihe neben jeder Daumenwelle sich befinden, sind von Buchenholz, 4 Zoll im Quadrat und 5½ Fuß lang, unten flach und wohl geglättet. Jeder ist mit einer Hebelatte versehen, wodurch er, wenn die Reihe an ihn kommt, gehoben wird. Es ist nun noch der Mechanismus zu beschreiben, wodurch die mit dem zu stampfenden Leinen bewundenen Walzen g, g gedreht und zugleich hin und her geschoben werden. Dieser Mechanismus ist in größerem Maßstabe in Fig. 145 abgebildet. Die vertikale Welle q enthält das Rad t von 12 Zähnen, welches mit der vorhin erwähnten Schnecke l in Eingriff steht und dadurch gedreht wird. Weiter unten sitzt auf derselben Welle die Schnecke u von doppeltem Gewinde, und noch weiter unten eine excentrische Scheibe v. Diese letztere ist dazu bestimmt, die rück- und vorschiebende Bewegung der Leinenwalze zu bewerkstelligen, indem sie einen Schlitten w hin und her schiebt. Dieser

145



Schlitten besteht aus einer horizontalen Stange, welche sich an beiden Enden in runde Zapfen x, x endigt, die in den Stützen y, y sich hin und her schieben lassen, und enthält oben die Lager z, z. Eine in diesen Lagern liegende Welle β enthält zwei Räder, deren eines γ von 23 Zähnen und verhältnißmäßig sehr

bedeutender Breite mit der Schnecke u in Eingriff steht, wodurch also die Welle β langsam umgedreht wird. Das zweite Rad dieser Welle, δ, von 13 Zähnen ist zu beiden Seiten mit Scheiben belegt, welche vorspringende Ränder bilden. Wenn nun die Räder h der Leinenwalzen auf die Räder δ gelegt sind, so befinden sie sich zwischen den ebenerwähnten Rändern und müssen die hin und her schiebende Bewegung des ganzen Schlittens mitmachen und der Leinenwalze mittheilen, welche also zugleich gedreht und hin und her geschoben wird. Berechnet man nach der Zahl der Zähne die Bewegung, so ergibt sich, daß sich die Leinenwalze bei jedem Stoß der Stampfer um $\frac{1}{4}$ Zoll dreht und um $\frac{1}{3}$ Linie fortschiebt.

Die ganze Maschine ruht mit den unteren Balken auf gemauerten Unterlagen über einer 2 Fuß tiefen Grube oder Vertiefung, damit die Arbeiter beim Auf- und Abbäumen der Leinwand bequem auf den als Bänke angebrachten Brettern neben der Walze sitzen können. Während nun zwei mit Leinen bewundene Walzen unter den Stampfern liegen, werden die beiden anderen Reservewalzen mit Leinen bewunden, um nach Beendigung der vorgeschriebenen Stampfzeit unter die Stampfer gelegt zu werden, während die fertig gestampften Walzen zur Seite geschoben und mit neuem Leinen bewunden werden. Es wird jedes Mal so viel Leinen auf die Walzen aufgebäumt, daß die Lage eine Dicke von etwa 1 Zoll erhält. Um nun bei diesem Auswechseln der Walzen die sämmtlichen Stampfer außer Thätigkeit setzen zu können, gehen die Hebelatten ε so weit durch die Stampfer hindurch, daß sie an der von der Daumenwelle abgewendeten Seite bedeutend vorspringen, wie aus der Figur ersichtlich ist. Unter diesen Vorsprüngen liegt eine Schiene, welche an Ketten hängend mittelst der Hebel ϑ gehoben werden kann, wodurch dann die ganze Reihe der Stampfer so weit gehoben wird, daß sie dem Wirkungskreise der Daumenwelle entgeht.

Wir wenden uns nun zu den Bleichoperationen selbst:

1. Entschlichtung. Um die zur Bleiche gegebenen rohen Leinen von der Weberschlichte zu reinigen, bringt man sie eine halbe Stunde lang unter die Waschhämmer, übergießt sie sodann in einem Bottig mit warmem Wasser, und läßt sie hier bis zum Eintritt der sauren Gährung 2 bis 3 Tage liegen, wodurch die Schlichte theils aufgelöst, theils so aufgeweicht wird, daß sie bei der folgenden Kochung ohne Schwierigkeit abgeht.

2. Kochung mit Lauge. Man wendet theils Pottasche, theils Soda an, gibt aber der ersteren den Vorzug. In den meisten irischen Bleichen wird die Lauge im nicht ätzenden Zustande angewandt und einfach durch Auflösen von Pottasche in Wasser bereitet, wobei zur ersten Kochung eine Lauge von $1\frac{1}{3}$ Prozent Pottaschengehalt zur Anwendung kommt; indessen bedienen sich einige Bleicher auch der durch Kalk ätzend gemachten Lauge. Nachdem der Hauptkessel bis zu der angemessenen Höhe, d. h. so weit, daß nach dem Einbringen der Leinwand die Lauge bis nahe an den oberen Rand des Kessels reicht, mit dieser schwachen Lauge gefüllt ist, wird ein aus wenigen starken Stricken gebildetes Netz in den Kessel gebracht und die Waare in Bündeln von 10 bis 20 Stück, je nach der Feinheit, leicht zusammengebunden, eingelegt, das Netz darüber zusammengeschlagen, eine Anzahl nach der Kreisfläche des Kessels zugeschnittener Bretter darüber gelegt, diese wieder durch drei querüber gelegte eiserne Schienen heruntergedrückt, und endlich diese letzteren mittelst eiserner, an der Innenseite des Kessels nahe unter dem Rande befindlicher Krampen festgemacht, worauf man den Deckel herabläßt und festschraubt. Es wurde aber schon oben erwähnt, daß mehrere

Bleichen auch in offenen Kesseln kochen. Die erste Kochung dauert, je nach der Feinheit der Waare, 2½ bis 3 Stunden. Der Kessel wird nun geöffnet, das Netz an dem Krahn befestigt, der ganze Inhalt so mit einem Male herausgewunden, eine Weile zum Ablecken hängen gelassen, dann in eine hölzerne Zisterne gebracht und durch darauf fließendes kaltes Wasser vorläufig abgespült.

3. Waschung, unter den Waschhämmern, wobei jedem Hammer ein Bündel von 10 bis 20 Stück zuertheilt wird. Die Waschung dauert etwa eine Viertelstunde.

4. Auslegen auf den Bleichplan. Die gewaschenen Leinen werden auf die Bleichwiese gebracht, ausgebreitet und, ohne sie zu begießen, 2 bis 3 Tage liegen gelassen.

5. Fernere Kochungen. Von der Wiese kommen die Stücke zur zweiten Kochung, werden nach Beendigung derselben wieder gewaschen, auf den Bleichplan ausgelegt, sodann einer dritten Kochung unterworfen, u. s. f. Die Zahl der solchergestalt auf einander folgenden Kochungen beläuft sich auf mindestens 6, kann aber bei gröberen Sorten bis auf 12 steigen. Die Laugen werden dabei in abnehmender Stärke angewendet, auch wird die Zeitdauer der Kochungen allmälig verkürzt, so daß sie bei der sechsten Kochung nur ½ bis 1 Stunde beträgt. Hinsichtlich der Stärke der Laugen soll in einigen Bleichen das Verfahren üblich sein, daß man bei den ersten Kochungen mit schwächerer Lauge anfängt, sodann bis zur 4. oder 5. steigt, und schließlich wieder zu schwächeren Laugen herabgeht.

Nachdem nun durch abwechselndes Kochen, Waschen und Auslegen die Waare bereits ziemlich gebleicht ist, werden jene Stücke, die sich für die Behandlung mit Sauer- und Chlorbädern reif zeigen, ausgelassen, die übrigen noch ferner gekocht und ausgelegt.

6. Sauerbad. Dasselbe besteht in einem längeren Einlegen in sehr verdünnte Schwefelsäure. Der Grad der Verdünnung wird so regulirt, daß das Wasser einen Zusatz von $^1/_{300}$ seines Gewichts, oder ⅓ Prozent, Schwefelsäure erhält. Man läßt die Waare 12 bis 24 Stunden in dem Bade, für welches die bereits oben bei der Baumwollenbleiche angeführten Vorsichtsmaßregeln gelten.

7. Waschen durch ½ stündige Behandlung unter den Waschhämmern.

8. Einseifen, durch Behandlung in der oben beschriebenen Seifmaschine.

9. Kochung und Auslegen auf den Bleichplan. Ist eine hinlängliche Anzahl von Stücken geseift, so werden sie mit schwacher, etwa ½ Prozent haltender Lauge gekocht, sodann gewaschen und 2 Tage lang auf den Bleichplan ausgelegt.

10. Chlorbad. Man bedient sich hierzu meistentheils des unterchlorigsauren Kali (Chlorkali, Javellischer Lauge), welches sich die Bleicher durch Zersetzung von Chlorkalk mit Pottasche selbst bereiten, und verdünnt es in dem Grade, daß die Stärke einem Gehalt von ungefähr ⅕ Prozent Chlorkalk entspricht. Die Waare bleibt 12 bis 24 Stunden in dem Bade, hinsichtlich dessen wir ebenfalls auf die oben angegebenen Vorsichtsmaßregeln verweisen.

11. Waschen. Das aus dem Chlorbade kommende Leinen wird sofort unter die Waschhämmer gebracht und eine halbe Stunde lang bearbeitet.

12. Sauerbad. Es folgt nun ein zweites Sauerbad, nur mit dem Unterschiede, daß die Säure noch ein wenig schwächer ist.

13. Waschen.

14. Einseifen auf der Seifmaschine.

15. Digestion mit Seifenwasser. Sie besteht in einer, etwa 2 Stunden lang fortgesetzten Erwärmung mit schwachem Seifenwasser und sehr schwacher, (etwa $^1/_4{}^0$ Baumé starker) Lauge, wobei die Temperatur nicht völlig bis zur Siedhitze steigt. Des zu dieser Operation dienenden Kessels mit hölzernem Sturz ist schon oben Erwähnung geschehen.

16. Waschen.

17. Auslegen auf den Bleichplan.

18. Waschen.

19. Trocknen im Trockenhause. In den geräumigen Trocken-Häusern sind etwa 6 Fuß über dem Fußboden horizontale Balken angebracht, welche ungefähr 4 Fuß von einander entfernt parallel neben einander durch die ganze Länge des Trockenraumes fortlaufen, und an deren unteren Kanten kleine verzinnte Häkchen in Entfernungen von 6 Zoll von einander eingeschlagen sind. An diesen Häkchen werden die Stücke der Leinwand so befestigt, daß sie zwischen den Balken im Zickzack hin und her laufen, und also der Breite nach herabhängen.

Sollte das nach vorstehender Art gebleichte Leinen nach dem zweiten Sauerbade noch nicht vollständig weiß erscheinen, so folgt statt der Digestion (15) ein zweites Chlorbad nebst den übrigen dazu gehörigen Operationen, d. h. Waschen, Sauerbad, Waschen, Seifen, Kochen, Waschen, Auslegen; ja es kann in einzelnen Fällen nöthig werden, diesen Cyklus zum dritten Male durchzumachen.

Nach vollendeter Bleichung wird gewöhnlich noch die Appretur gegeben, wozu in der Regel Stärke, bei feiner Leinwand aber auch Sago und Tapioka zur Anwendung kommen. Nachdem das zuletzt gewaschene, jedoch nicht getrocknete Leinen mittelst der oben beschriebenen Stärkmaschine mit der Stärkeflüssigkeit getränkt worden, wird es in dem so eben beschriebenen Trockenhause so weit getrocknet, daß es sich nur noch wenig feucht im Anfühlen zeigt, und nach dem Stampfkalander gebracht. Es werden nun auf die 10 Fuß langen Walzen zuerst als Unterlage drei Stücke Leinen, welches durch den beständigen Wiedergebrauch stark geglättet worden, aufgebäumt, sodann das zu stampfende Leinen, und darüber wieder eine Lage geglätteter Leinwand, worauf 2 Stunden lang gestampft wird. Sie wird nun nebst der Unterlage abgebäumt, in entgegengesetzter Richtung wieder aufgebäumt, so daß das vorher zu unterst liegende Leinen nunmehr zu oberst kommt, abermals 2 Stunden gestampft, und dieser Wechsel von Stampfen und Umbäumen noch zwei Mal wiederholt, so daß jedes Stück 8 Stunden unter den Stampfern bleibt. Die gestampften Stücke kommen nun zum völligen Trocknen wieder in das Trockenhaus und werden schließlich noch zwei Mal $^1/_2$ Stunde gestampft, endlich kunstgerecht zusammengelegt und die Packete noch ein wenig gestampft, worauf sie zum Verkauf fertig sind.

Diese in Irland allgemein übliche Glättung mit dem Stampfkalander steht zwar in Betreff der Schnelligkeit hinter der auf dem Kontinent gebräuchlichen Behandlung mit dem Walzkalander oder der Mange zurück, besitzt aber den Vortheil, der Festigkeit des Leinens weniger zu schaden und zugleich ihm einen eigenthümlichen, dem Auge sehr gefälligen moiréartigen Schimmer zu verleihen.

C. Bleichen der Seide.

Die rohe Seide, wie sie in dem Kokon der Seidenraupe vorkommt, ist entweder weiß oder gelb, und mit einem firnißartigen Ueberzuge versehen, welcher eben die Ursache der verschiedenen Farbe ist, und der Seide eine gewisse Steifigkeit und Elastizität ertheilt. Für die meisten

Zwecke ist es nöthig, die Seide von diesem Ueberzuge, den man lange für eine Art Gummi gehalten hat, zu befreien: das Entschälen der Seide.

Es wurde zuerst von Roard gezeigt, daß der erwähnte firnißartige Ueberzug nichts weniger als Gummi sei, sondern seinen Eigenschaften nach sich mehr dem Bienenwachs anschließe, und eine Art Oel nebst Farbstoff enthalte. Er beträgt in der rohen Seide 23 bis 24 Prozent und verursacht, wenn er durch Kochen mit Seifenwasser entfernt wird, den bedeutenden Gewichtverlust, der jederzeit mit dem Entschälen der Seide verbunden ist. In trocknem Zustande ist diese Substanz ganz spröde und zerreiblich, dabei glasglänzend auf den frischen Bruchflächen. Sie löst sich im Wasser unvollkommen zu einer wie Seife schäumenden Flüssigkeit. Auf glühenden Kohlen entwickelt sie den stinkenden Geruch nach brennenden Federn, zum Beweise, daß sie Stickstoff in ihrer Zusammensetzung enthält. Die wässerige Lösung hat eine goldgelbe Farbe und geht nach einiger Zeit in stinkende Fäulniß über.

Nach Roard läßt sich rohe, sowohl weiße wie gelbe Seide in einer Stunde vollständig entschälen, wenn man sie mit der fünfzehnfachen Menge Wassers und $\frac{1}{3}$ Seife kocht.

Es sind zum Entschälen der Seide schon vielfache Versuche gemacht, doch hat keiner das alte, längst gebräuchliche Roard'sche Verfahren übertroffen oder auch nur erreicht. Zwar lösen die ätzenden, so wie auch die kohlensauren Alkalien den Firniß der Seide auf, ja selbst durch Kochen mit reinem Wasser wird er endlich gelöst, aber nichts eignet sich hierzu besser, und erhält den Glanz und die Weichheit der Seide so vollkommen, als eine rasche Kochung mit Seifenwasser.

Das Entschälen der Seide zerfällt in drei Operationen. Die erste, das Degummiren, wird mit einer kochend bereiteten Auflösung von Seife und reinem Flußwasser bewirkt, die 30 Prozent Seife von dem Gewicht Seide enthält. Man mäßigt die Hitze der Seifenlösung durch Zusatz von etwas kaltem Wasser, löscht das Feuer unter dem Kessel aus, und läßt die auf horizontalen Stäben über dem Kessel aufgehängte Seide in die Seifenlösung herab. Der Firniß löst sich nun in dem heißen, jedoch nicht kochenden Seifenbade auf, worauf dann die Seide in ihrer Weiße und zarten Biegsamkeit zum Vorschein kommt. Ist dieser Punkt erreicht, und die Seide vollständig degummirt, so nimmt man sie wieder aus dem Bade, ringt sie aus und lockert sie wieder auf.

Die zweite Operation ist das Kochen. Zu diesem Ende gibt man die degummirte Seide zu 25 bis 35 Pfund in Säcke von grober Leinwand, und bringt diese in ein ähnliches Seifenbad wie vorhin, nur daß es weniger konzentrirt ist und daher ohne Nachtheil für die Seide zum Kochen erhitzt werden kann. Man läßt die Seide in diesem Bade 1 bis 1½ Stunden kochen, wendet aber während dieser Zeit die Säcke häufig, damit nicht die zu unterst liegenden allzulange der höheren Temperatur im unteren Raume des Kessels ausgesetzt bleiben. Die Seide erleidet bei diesen ersten beiden Operationen einen Gewichtsverlust von etwa 25 Prozent.

Die dritte und letzte Arbeit hat den Zweck, der Seide eine ganz schwache Färbung und somit ein angenehmeres Ansehen zu geben. Man unterscheidet verschiedene Nüancen von Weiß, als Silberweiß, Azurweiß, blanc de Chine u. a. Um diese verschiedenen Schattirungen von Weiß hervorzubringen, bereitet man zuvörderst eine Seifenauflösung von der Stärke, daß sie beim Umrühren einen starken Schaum gibt, und setzt zum blanc de Chine ein wenig Orlean zu, den man recht sorgfältig einrührt, worauf dann die Seide so lange darin herumgenommen wird, bis sie die ver-

langte röthliche Farbe angenommen hat. Um die übrigen, bläulichen Nüancen zu erhalten, bedient man sich des Indigs, der erst mehrere Male mit heißem Wasser gewaschen, hierauf zum feinsten Pulver gerieben und geschlämmt wird. In den mit geschlämmtem Indig versetzten Seifenwasser wird dann die Seide ein wenig gefärbt, hierauf ausgerungen und getrocknet. Zuletzt pflegt man sie, besonders wenn sie nicht gefärbt werden soll, noch zu schwefeln.

Seide, die zu Blonden und Gaze bestimmt ist, darf nicht degummirt werden, weil es für diese und ähnliche Zwecke sehr wesentlich ist, daß sie ihre natürliche Steifheit behält. Man sucht daher für solche Zwecke die allerweißeste rohe Seide zu erhalten, nimmt sie durch ein Bad von reinem Wasser, oder ganz schwachem Seifenwasser, ringt sie aus, schwefelt sie und bläuet sie mit geschlämmtem Indig.

Ein anderes, von Baumé angegebenes Verfahren scheint zwar noch nicht durch Ausführung im Großen bestätigt zu sein, jedoch ein gutes Resultat zu versprechen. Er macerirt nämlich die rohe Seide mit einer Mischung von Weingeist von 0.837 spez. Gew. und $1/3$ Salzsäure. Nach Verlauf von 48 Stunden erscheint die Seide so weiß, wie nur möglich; sie erleidet dabei einen Gewichtverlust von nur $1/40$, zum Beweise, daß nur der gelbe Farbstoff ausgezogen und beseitigt ist. Die Kostbarkeit des Alkohols wird dieser Methode wohl in den meisten Fällen im Wege stehen, doch würde man nach Neutralisation der Säure mit Kreide durch Destillation den größten Theil des Alkohols wieder gewinnen können.

D. Bleichen der Wolle.

So wie die Seide, ist auch die Wolle im rohen Zustande mit einer eigenthümlichen Substanz überzogen, die ihrer Anwendung zu den meisten Zwecken durchaus im Wege ist. Es ist dieß der sogenannte Schweiß, eine fettige, salbenartige Materie, von starkem Geruch, die durch die Hautausdünstung der Schafe ausgeschieden wird, und sich so auf der Wolle befestigt, später aber durch äußere Einflüsse in ihren Eigenschaften modifizirt wird. Nach der Analyse von Vauquelin besteht der Schweiß der Wolle aus einer Kaliseife, die den Hauptbestandtheil bildet, einer ziemlichen Menge von essigsaurem Kali, ein wenig kohlensaurem Kali und Chlorkalium, einer Spur Kalk in unbekannter Verbindung, einer Art Fettsäure und endlich einer thierischen Substanz von eigenthümlichem Geruche. Daß außer diesen eigentlichen Bestandtheilen des Schweißes noch zufällige Nebenbestandtheile, Schmutz u. dgl. in der rohen Wolle vorkommen müssen, ist sehr natürlich.

Die Menge des Schweißes variirt nach den verschiedenen Wollgattungen, ist aber im Allgemeinen desto beträchtlicher, je feiner die Wolle; so daß feinere Wollen wohl 45 Prozent beim Waschen verlieren, ordinäre dagegen durchschnittlich nur 35 Prozent.

Da der Schweiß hauptsächlich aus einer Kaliseife besteht, so löst er sich mit Rücklassung von wenig fettiger Substanz, die sich jedoch leicht von den Haaren ablöst, ohne Schwierigkeit im Wasser auf; daher man glauben könnte, daß eine einfache Waschung der Wolle in reinem Wasser zu ihrer Reinigung hinreichen müsse. Die Erfahrung hat jedoch dargethan, daß das gewöhnlich übliche Verfahren weit besser ist, wonach die Wolle eine kurze Zeit in eine Mischung von warmem Wasser und gefaultem Harn gelegt wird. Hat das Bad eine Temperatur von etwa 60° C., so reichen 15 bis 20 Minuten zum Entschweißen hin. Nach Verlauf dieser Zeit nimmt man die Wolle aus dem Bade, läßt sie abtropfen und wäscht sie in großen Körben am Flusse.

Wenn, wie die Erfahrung lehrt, das Waschen der Wolle in reinem

Wasser besser gelingt bei einer kleineren Quantität Flüssigkeit, als einer größeren, so beruht dieß darauf, daß die von einem Theile der Wolle bereits aufgelöste Kaliseife die fernere Auflösung des Schweißes besser befördert, als bloßes Wasser. Beim Entschweißen mit gefaultem Harn hat man darauf zu achten, daß die Wolle nicht unnöthig lange in dem Bade liegen bleibt, weil die Lösung des Schweißes und das Ammoniak des Harns nachtheilig auf sie einwirken und sie theils schwächen, theils auch die Haare zum Anschwellen bringen, wo sie dann leicht spalten. Ein anderer Umstand, auf den beim Entschweißen wohl zu achten, ist der, die Wolle nicht so gewaltsam durchzuarbeiten, daß ein Zusammenfilzen der Haare eintritt; die mechanische Bearbeitung muß sich darauf beschränken, die Wolle in der Bütte langsam umherzuschieben, oder sie mäßig mit den Füßen zusammenzudrücken. Haben sich die Haare ein Mal gefilzt, so erwächst daraus für die fernere Bearbeitung beim Verspinnen eine große Unbequemlichkeit.

Wegen der zersetzenden Einwirkung von kochendem Wasser auf die Wollfaser ist es wichtig, die Temperatur des Urinbades nie so hoch steigen zu lassen, daß sie dem Siedpunkte nahe kommt; am besten ist es, nicht über 60° C. zu gehen.

Seifenwasser oder schwache Sodaauflösung können statt des gefaulten Urins zum Wollwaschen angewendet werden, sind aber viel weniger in Gebrauch und, allgemein gesprochen, auch weniger gut dazu.

Weiße wollene Waare muß, bevor sie in den Handel gebracht werden kann, noch geschwefelt, d. h. mit schwefeliger Säure, entweder in Gasgestalt oder in flüssiger Form, behandelt werden. Im ersteren Fall läßt man Schwefel in einem genau verschlossenen Zimmer oder sonstigen Raume, in welchem die Waare ausgebreitet liegt oder hängt, verbrennen; im letzteren taucht man die Waare in mit schwefeliger Säure imprägnirtes Wasser ein. (M. s. Schwefeln.) Betrügerischer Weise wird die Wolle wohl, um ihr ein weißeres Ansehen zu geben und ihr Gewicht zu vermehren, in Buttermilch oder in Kreidewasser getaucht.

Das Bleichen der Wolle geschieht zum Theil im Fließ, zum Theil als Garn und Zeug; am bequemsten ist das letztere.

Wenn die Wolle geschwefelt ist, so pflegt sie sich rauh und hart anzufühlen, was man durch ein schwaches Seifenbad heben kann, dessen sich die Wollkämmer auch sonst gern bedienen, um der Wolle den höchstmöglichen Grad von Weiße zu geben. Man nimmt dazu gewöhnlich weiche Seife, läßt die Wolle in dem warmen Seifenbade gut durchweichen, arbeitet sie vorsichtig, um das Filzen zu vermeiden, darin herum, ringt sie aus und läßt sie trocknen.

Bleiglanz. Das wichtigste, sehr allgemein verbreitete Bleierz, eine natürliche Verbindung von Blei mit Schwefel, in 100 Theilen 86 Blei, 13 Schwefel und etwa 1 fremder Beimischungen, als Schwefeleisen, Schwefelsilber u. A. enthaltend. Von bleigrauer Farbe und vollkommenem Metallglanz, besitzt er einen dreifachen Blätterdurchgang nach den Richtungen der Würfelflächen. Er krystallisirt in Würfeln und andern verwandten Formen; ist spröde, so daß er sich zum feinsten Pulver zerreiben läßt, und hat ein spezifisches Gewicht = 7.7592. Vor dem Löthrohr kommt er zum Schmelzen, und läßt sich durch fortgesetztes Blasen zum Bleikorn reduziren. Salpetersäure wirkt auf pulverisirten Bleiglanz heftig ein und löst unter Abscheidung des Schwefels den größten Theil des Bleies auf, während ein Theil als unauflösliches schwefelsaures Bleioxyd sich abscheidet.

Er kommt fast in allen Gebirgsformationen, auf Gängen, Lagern und

in stockförmigen Massen vor, häufig von Zinkblende, Schwerspath, Flußspath, Quarz, sowie von andern Bleiverbindungen, als Bleivitriol, Weißbleierz u. A. begleitet.

Außer zur Bleigewinnung dient er auch im feingemahlenen Zustande zum Glasiren der Töpfe, zur Bereitung des Pattinson'schen Bleiweißes (s. Bleiweiß), als Streusand, zur Verzierung von Papparbeiten u. dgl. m.

Bleiglätte, auch Goldglätte, Silberglätte oder schlechtweg Glätte oder Glötte genannt, ist Bleioxyd, durch Schmelzen und nachheriges Erstarren in Gestalt einer schuppigen oder blättrigen, aus dünnen sechsseitigen Täfelchen bestehenden, röthlich gelben, sehr schweren Masse gewonnen. Man erhält sie im Großen bei der Treibarbeit (m. s. den Artikel Blei), wo silberhaltiges Blei auf einem flachen Herde im glühend geschmolzenen Zustande einem heftigen Luftstrome dargeboten wird. Da sie gewöhnlich eine geringe, nach Umständen verschiedene Menge von rothem Bleioxyd eingemengt enthält, so zieht die eigentlich gelbe Farbe des Bleioxydes mehr oder weniger in's Rothe, worauf sich die Benennungen Gold- und Silberglätte beziehen. An freier Luft zieht sie allmälig Kohlensäure an, und zerfällt zu einem weißen Pulver.

Sie wird zum größten Theile auf den Bleiwerken selbst verarbeitet, indem man sie durch eine einfache Schmelzung mit Kohle, das Glättefrischen, reduzirt; theils auch als Kaufglätte in den Handel gebracht. Sie findet bedeutende Anwendung zur Töpferglasur, zur Bereitung des Leinölfirnisses, zur Fabrikation von Bleizucker, von Farben, z. B. dem Kasseler Gelb, zur Anfertigung des Oelcements u. A.

Bleistifte. Viereckige oder runde Stängelchen von Graphit, die entweder in Holz eingefaßt oder auch frei, ohne Hülle (ganz dünne in den bekannten silbernen Bleistifthaltern) zum Zeichnen und Schreiben dienen. Die besten englischen Bleistifte werden aus kompakten Stücken von dichtem Graphit gesägt, die vorher in geschlossenen Gefäßen einer starken Rothglühhitze ausgesetzt werden. Da jedoch der hierzu brauchbare Graphit sehr selten und theuer ist, so scheint man neuerlich zu einer Methode seine Zuflucht genommen zu haben, welche den Verbrauch auch der kleinsten Bruchstücke gestattet: man verkleinert nämlich den Graphit zu feinstem Pulver, verwandelt dieses durch Zusammenpressen unter einer sehr kräftigen hydraulischen Presse in feste Kuchen, und sägt hieraus die Stifte. Die allermeisten im Handel vorkommenden Bleistifte aber bestehen nicht aus reinem Graphit, sondern aus einem Gemenge von höchst feinem Graphitpulver und geschlämmtem Thon, welches mit Wasser zu steifem Teige angemacht, mittelst einer Presse in Fäden oder dünne Stängelchen geformt, dann getrocknet, endlich in verschlossenen Tiegeln geglüht (gebrannt) wird.

Diese Fabrikationsmethode ist von Conté in Paris 1795 erfunden worden. Durch das quantitative Verhältniß des Thonzusatzes, sowie durch Mäßigung oder Verstärkung der Brennhitze hat man es in seiner Gewalt, die Stifte härter oder weicher, schwach oder stark abfärbend, zu bekommen. Um solche von tief schwarzem Striche zu erlangen, mischt man Lampenruß unter die Masse. Weiche Stifte werden manchmal vor dem Einfassen mit heißem, geschmolzenem Wachs getränkt, wonach sie ihre Spitze besser behalten, aber Striche machen, die mit Federharz nicht völlig vom Papier weggerieben werden können. Die erwähnte Presse zur Darstellung der Stifte ist eine Schraubenpresse, und enthält eine eiserne Büchse, deren Boden durch eine eingelegte Metallplatte gebildet

wird. Diese Platte enthält ein viereckiges oder rundes Loch von angemessener Größe und muß nach Erforderniß gewechselt werden. Nachdem die Büchse mit Graphitteig gefüllt ist, wird ein Kolben eingesetzt, der vermittelst der Schraube tiefer hinabgetrieben, die Masse in Faden- oder Nudelgestalt durch das Loch herauszutreten nöthigt.

Die am öftesten zum Fassen der Bleistifte angewandte Holzart, das sogenannte Zederholz, kommt von einer nordamerikanischen Art des Wachholders (Juniperus virginiana). Man richtet glattgehobelte Brettchen von der den Bleistiften zu gebenden Länge und beliebiger Breite zu, und hobelt in dieselben, auf einer ihrer Flächen nach dem Laufe der Fasern, parallele Nuthen, von denen wechselweise eine eben so breit als tief, und eine mehr tief als breit ist. In die ersteren werden, nachdem man dünnen Leim hineingestrichen hat, die Stifte eingelegt; nach dem Laufe der andern leer gelassenen Nuthen zersägt man die Brettchen zu einzelnen Stiften. Endlich wird jeder Bleistift mit einem aufgeleimten Streifchen Holz bedeckt, und durch Behobeln die äußere runde oder achtkantige Gestalt des Holzes hergestellt. Einige Fabriken verfertigen auf nicht näher bekannte Weise die Hölzer im Ganzen — rund von außen, innerlich mit runder Höhlung — wobei nur ein feiner Spalt der Länge nach die Wand des Röhrchens theilt. In solche Hölzer müssen die (runden, nicht vierseitigen) Stifte vom Ende aus eingeschoben werden; der zu ihrer Befestigung dienende Leim schließt zugleich die erwähnte Fuge.

Bleiweiß. Diese wichtige, ja fast allein gebräuchliche weiße Malerfarbe ist kohlensaures Bleioxyd, und wird aller Orten fabrikmäßig dargestellt. Es mischt sich sehr gut mit Oel, ohne dadurch von seiner Weiße zu verlieren, vertheilt sich leicht unter dem Pinsel, bildet auf Holz, Stein, Metallen u. dgl. einen sehr gleichmäßigen Ueberzug und deckt ungemein stark. Man wendet es theils allein für sich, theils mit andern Farben an, um ihnen mehr Körper und Deckkraft zu geben.

Das ältere, bereits seit undenklichen Zeiten und auch jetzt noch allgemein gebräuchliche Verfahren der Bleiweißfabrikation besteht darin, metallisches Blei der vereinten Einwirkung von Luft und Essigdämpfen in der Wärme auszusetzen; doch finden in der Ausführung dieses Prozesses Abweichungen Statt.

1. Die holländische Methode, so genannt, weil sie vorzugsweise in Holland, obgleich auch in andern Ländern, so im nördlichen Deutschland, England, Frankreich üblich, ist die älteste.

Das Blei, dessen Reinheit von fremden Beimischungen (Eisen, Antimon, Schwefelblei u. a.) vom größten Einfluß auf die Güte des Produktes ist, wird in flachen eisernen Kästen zu dünnen Tafeln von ½ Linie Dicke, 3 Fuß Länge und 5 Zoll Breite gegossen (Walzblei ist theils der Dichtigkeit, theils der glatten Oberfläche wegen nicht zu brauchen); diese etwa 4 Pfund wiegenden Tafeln rollt man sodann spiralförmig zusammen, so jedoch, daß sich die einzelnen Windungen nicht berühren, und stellt sie in thönerne, inwendig glasirte Töpfe, welche 4 Zoll vom Boden ein hölzernes Kreuz enthalten, eine Höhe von 9 Zoll, einen unteren Durchmesser von 5, einen oberen von 7 Zoll haben, und so weit mit Essig gefüllt werden, daß derselbe nicht ganz bis an das Kreuz reicht, also auch mit der Bleiplatte ganz außer Berührung bleibt.

Die Erwärmung der so vorgerichteten Töpfe geschieht vermittelst Pferdemistes in folgender Weise. In einer 5 Fuß tiefen Grube ist von Bohlen ein großer Kasten, etwa 15 Fuß lang, 12 Fuß breit und 7 Fuß hoch gemacht, welcher ringsum mit einer starken Lage Pferdemist umgeben wird. Auf dem Boden desselben breitet man eine etwa 1 Fuß hohe

Schicht Mist aus, stellt auf diesen eine Schicht von 420 Töpfen, bedeckt dieselbe mit Brettern, bringt auf diese wieder eine 1 Fuß dicke Lage Mist, auf diese wieder Töpfe, sodann Bretter u. s. f., bis vier Schichten Töpfe in dem Kasten sind, den man zu oberst mit einer dicken Mistlage überdeckt. Es entwickelt sich nun durch Gährung des Mistes eine Temperatur von etwa 45°, welche freilich in der zur Beendigung des Prozesses nöthigen Zeit von 6 Wochen sich allmälig etwas vermindert.

Durch Vermittlung der Wärme findet innerhalb der Töpfe folgender Vorgang Statt. Das mit atmosphärischer Luft umgebene, zugleich den Essigdämpfen ausgesetzte Blei oxydirt sich und bildet basisch essigsaures Blei, welches sofort mittelst der durch Zersetzung des Essigdampfes, vielleicht auch aus dem gährenden Mist, sich entwickelnden Kohlensäure in kohlensaures Bleioxyd umgewandelt wird. Die hierbei abgeschiedene Essigsäure neben den übrigen Essigdämpfen disponirt eine neue Portion Blei zur Oxydation u. s. f., bis die sämmtliche Essigsäure theils durch Verflüchtigung, theils durch Zersetzung verschwunden ist; wogegen die Bleitafeln bis auf einen kleinen Rest metallischen Bleies zerfressen, in Bleiweiß umgewandelt und dabei stark angeschwollen sind.

Nach Verlauf von etwa 6 Wochen nimmt man die Töpfe heraus, welche nun keinen Essig mehr enthalten, und klopft von den Bleitafeln das Bleiweiß ab, wobei das in der Mitte der Tafeln gewöhnlich noch vorhandene metallische Blei in Gestalt eines dünnen Blattes zurückbleibt. Dieses Abklopfen kann den Arbeitern höchst gefährlich werden, wenn sie nicht durch geeignete Maßregeln, besonders durch Luftzug, vor dem Einathmen des staubförmigen Bleiweißes geschützt sind. Ja schon das häufige Berühren des Bleiweißes mit nackten Händen ist zu vermeiden, da es durch die Poren der Haut dringt, und leicht die eben so schmerzhafte, wie gefährliche Bleikolik erzeugt. Das in Gestalt harter Schiefer abgelöste Bleiweiß wird zum Theil unter dem Namen Schieferweiß in den Handel gebracht, größtentheils aber gleich weiter verarbeitet, indem man es zwischen Granitsteinen mit Wasser fein mahlt, und den so gewonnenen Brei in kleine Töpfe von unglasirtem Thon gießt, worin er im Verlauf von einigen Tagen so weit trocknet, daß er in Gestalt kleiner zuckerhutförmiger Brote herausgenommen werden kann, die schließlich an der Luft oder in einer Trockenstube getrocknet werden.

Das auf solche Art durch bloßes Mahlen und Trocknen bearbeitete Bleiweiß ist hart und ziemlich schwer zerreiblich, wahrscheinlich in Folge eines Gehaltes an basisch essigsaurem Blei, und verursacht bei seiner Zubereitung als Farbe durch das eben so mühsame, wie langwierige Zerreiben den Malerlehrlingen viele Mühe. Es könnte für den Gebrauch viel bequemer hergestellt werden, wenn es nach dem Mahlen einer Schlämmung unterzogen, und nach dem Trocknen fein gemahlen und in diesem Zustande in den Handel gebracht würde. Den Malern gilt aber die harte Beschaffenheit des Bleiweißes als ein Kennzeichen der Reinheit, indem sie die weiche, leicht zerreibliche Beschaffenheit als ein Merkmal der Verfälschung mit Schwerspath ansehen. Man kann jedoch, wie wir weiter unten zeigen werden, den Zusatz von Schwerspath durch einen sehr einfachen chemischen Versuch entdecken, dessen Kenntniß viel sicherer vor Betrug schützen würde, als die so viel Mühe und Zeit kostende Beurtheilung nach der Härte.

2. Die englische Methode der Bleiweißfabrikation steht der holländischen sehr nahe, unterscheidet sich aber von ihr durch die Anwendung von gebrauchter Gerberlohe statt des Mistes, und eine andere Art, das Blei den Essigdämpfen auszusetzen. Eine Anzahl großer, tiefer, gemauerter Behälter befindet sich, wie die Zimmer einer Wohnung, neben ein=

ander, jeder von 15 bis 20 Fuß im Quadrat und 12 Fuß tief. Zu unterst wird eine Schicht Lohe ausgebreitet, auf diese eine Schicht runder, sich nach oben nur wenig erweiternder Töpfe von 6 Zoll Durchmesser und 5 Zoll Höhe, welche fast ganz mit Essig gefüllt werden. Ueber diese Töpfe wird eine Lage von vierfach übereinander gelegten gitterförmig gegossenen Bleiplatten gebracht, welche eine Länge von 1½ Fuß, eine Breite von 4 Zoll und eine Dicke von ½ Zoll haben. Ueber diese Bleischicht werden zweizöllige Latten, und auf diese wieder Bretter gelegt, so daß zwischen den Bleiplatten und der Bretterlage ein freier Zwischenraum von zwei Zoll bleibt. Auf die Bretter kommt sodann abermals Lohe, dann Töpfe, Blei u. s. f., bis die Grube ganz gefüllt, zuletzt mit einer Lohschicht bedeckt und mit einer Bretterlage geschlossen ist. Das Ganze bleibt so drei Monate lang unangerührt, nach welcher Zeit die Gruben geöffnet und entleert werden. Die stark aufgeschwollenen, größtentheils in Bleiweiß verwandelten Platten werden nun zwischen Walzen zerdrückt, das noch unangegriffene metallische Blei beseitigt, das Bleiweiß aber mit Wasser zwischen Mühlsteinen gemahlen, indem man es successiv durch drei Paar Steine laufen läßt, hierauf geschlämmt, wobei nur wenig Rückstand bleibt, dann nach dem Absetzen in irdenen Schalen in einer stark geheizten Trockenstube getrocknet. In vielen Fabriken wird das aus dem Handel bezogene Blei in einem Treibofen oxydirt, um den kleinen Silbergehalt noch herzugeben, die gewonnene Glätte dann wieder gefrischt, und das so erhaltene reinere Blei theils auf Bleiweiß, theils auf Mennige verarbeitet.

3) Bleiweißbereitung in geheizten Räumen. Dieses, besonders im südlichen Deutschland, namentlich in Klagenfurt und Wolfsberg in Kärnten übliche Verfahren ersetzt die durch Mist oder Lohe sich entwickelnde Wärme durch eine künstliche Heizung. Man verarbeitet an den genannten Orten das sehr reine Blei von Bleiberg und Villach, welches besonders durch den Mangel eines Eisengehaltes sich zur Erzeugung eines sehr weißen Bleiweißes eignet. Es wird in eisernen Töpfen geschmolzen, und in dünne Platten ausgegossen, indem man eine Portion auf eine eiserne Platte gießt, und, sobald es in Berührung mit dem kalten Eisen zu erstarren anfängt, das noch flüssige Blei ablaufen läßt. Man hat es so in seiner Gewalt, die Platten von beliebiger Dicke zu gießen, denn je länger man mit dem Abgießen des noch flüssigen Bleies wartet, um so dicker fällt natürlich die Platte aus.

Man hebt diese nun wie ein Blatt Papier von der Eisenplatte ab, kühlt letztere in kaltem Wasser, und fährt mit dem Gießen fort. Ein Arbeiter kann auf diese Art mehrere hundert Platten in einem Tage gießen. Die Dicke derselben wird in einigen Fabriken zu ungefähr $1/24$ Zoll, in andern halb so stark genommen. Auch die Größe der Platten ist nicht überall gleich; von Einigen werden sie so groß gegossen, daß eine einzige den ganzen inneren Raum eines Kastens, wie gleich näher gezeigt werden wird, ausfüllt, während andere Fabrikanten kleinere Platten anwenden, so daß vier Platten neben einander in einen Kasten eingehängt werden können. Die Oberflächen der Platten läßt man absichtlich in dem rauhen Zustande, wie sie durch den Guß entstanden ist, weil diese so den Essigdämpfen eine größere Oberfläche darbieten und daher schneller zerfressen werden.

Diese Platten werden, um sie in die Säurekästen einhängen zu können, durch eine Biegung in der Mitte in eine dachförmige Gestalt gebracht, um so mittelst horizontal auf die Ränder der Kästen aufgelegter Stäbe aufgehängt zu werden. Die Kästen selbst haben eine Länge von 4½ bis 5 Fuß, eine Breite von 12 bis 14 Zoll, und eine Tiefe von 9 bis 11

Zoll, sind aus sehr starkem Holze angefertigt, die Fugen gut verkittet, und besonders alle Nägel mit Kitt überzogen. Der Boden ist mit einer, einen Zoll dicken Schichte Pech ausgegossen. Den Boden eines jeden Kastens bedeckt man mit einer 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll hohen Schicht einer Mischung von Essig und Weinlager entweder zu gleichen Theilen oder, wie Andere vorziehen, in dem Verhältniß von 20 Pfund Weinlager auf $8\frac{1}{2}$ Pfund Essig, nebst 1 Pfund (?) kohlensaurem Kali, und hängt nun die Platten über die der Breite nach auf die Ränder des Kastens aufgelegten Stäbe so, daß sie weder die Wände des Kastens, noch sich untereinander, noch endlich auch die Flüssigkeit berühren, von welcher letzteren sie jedoch mit ihren unteren Enden nur wenig entfernt bleiben. Die so beschickten Kästen bleiben in der Regel ohne weitere Bedeckung; nur einige Fabrikanten verkleben sie wohl mit Papier. Man beobachtete früher das auch in Holland übliche Verfahren, die Bleiplatten spiralförmig aufzurollen, und so in die Kästen einzusetzen, doch ist man davon später abgegangen.

Die fertig vorgerichteten Kästen kommen in die Wärmekammer, die etwa 9 Fuß hoch, 30 Fuß lang und 24 Fuß breit ist, und bei diesen Dimensionen 90 Kästen aufnehmen kann. Sie ist nur mit einer Thür versehen, überall fest verschlossen und wird gewöhnlich durch mehrere, horizontal über dem Boden fortlaufende Wärmkanäle geheizt. Die zur Bleiweißbildung angemessenste Temperatur ist 30 bis 35° C., und wird nach einem oder mehreren Thermometern, die durch Oeffnungen in der oberen Decke der Kammer herabreichen, regulirt. Nach Verlauf von 15 Tagen ist in der Regel die Operation beendigt. Läßt man während dieser Zeit die Hitze der Kammer zu hoch steigen, so ist die Verdampfung zu lebhaft, es geht eine Menge Essigsäure unnütz verloren, und die Ausbeute an Bleiweiß fällt nur gering aus. Ist dagegen der Prozeß geschickt geleitet worden, so findet man die Bleiplatten auf beiden Seiten mit einer dicken Kruste Bleiweiß überzogen, und dadurch wohl bis zur Dicke eines Viertelzolles angeschwollen, während die Platte selbst stark zerfressen und auf die Dicke eines Kartenblattes reduzirt ist. Das gebildete Bleiweiß wiegt gewöhnlich eben so viel, wie das anfängliche Gewicht der Platte betrug. Nach dem Abklopfen des Bleiweißes wird die rückständige dünne Platte wieder eingeschmolzen; die auf dem Boden der Kästen noch vorräthige Flüssigkeit dagegen kann zu nichts weiter gebraucht werden, als etwa von den Hutmachern zur Walkbeize.

Es handelt sich nun darum, das gebildete Bleiweiß von dem noch unveränderten metallischen Blei vollständig zu trennen, indem es durch fein eingemengte Bleitheilchen einen unangenehmen Stich in's Graue behalten würde. Diese Trennung wird durch Schlämmen bewirkt. Man klopft zuvörderst das Bleiweiß von den rückständigen Bleiplatten ab, läßt es einige Zeit in Wasser einweichen, wodurch es zum feinsten Pulver zerfällt, und nimmt nun die Schlämmung vor.

Man bedient sich hierzu eines großen hölzernen Schlämmapparates, der aus einer Reihe von 7 bis 9 aneinander grenzender Abtheilungen besteht, deren Zwischenwände von abnehmender Höhe sind, so daß, wenn die erste und höchste mit Flüssigkeit überfüllt wird, diese in die zweite Abtheilung überfließt, von dieser nachher in die dritte Abtheilung gelangt u. s. w. Das von den größten Bleitheilchen vorläufig so viel wie möglich durch Auslesen befreite und aufgeweichte Bleiweiß kommt in die erste Abtheilung des Schlämmkastens, in welche ein schwacher Strom von reinem Wasser einfließt. Durch langsames Rühren schwemmt man das Bleiweiß in dem Wasser auf, wobei sich das metallische Blei zu Boden setzt, das Bleiweiß aber mit dem Wasser in die zweite Zelle gelangt, in welcher sich die gröberen Theile des Bleiweißes ablegen, die feineren aber

in die dritte Abtheilung gelangen u. s. f. Man erreicht mithin außer der Absonderung des metallischen Bleies zugleich noch den Zweck, das Bleiweiß selbst nach seiner Feinheit in verschiedene Sorten zu bringen, unter welchen die des letzten Kastens die feinste und theuerste ist, und den Namen Silberweiß oder Kremserweiß führt. Man pflegt jedoch nicht die einzelnen Absätze der vielen Zellen als eben so viele Sorten in den Handel zu bringen, sondern mischt gewöhnlich die in mehreren auf einander folgenden Zellen abgesetzten Portionen miteinander.

Nach dieser ersten Schlämmung wird dann jede Sorte für sich gewaschen, indem man das Bleiweiß in einem großen Bottig in Wasser aufrührt, dieß einige Male wiederholt, es endlich sich völlig absetzen läßt und das Wasser abzieht. Es wird nun mit hölzernen Löffeln in Form eines Breies ausgeschöpft und auf Trockenbörten getrocknet.

Die feinste Sorte Bleiweiß wird, wie gesagt, gewöhnlich unvermischt als Kremserweiß in den Handel gebracht; die gröberen Sorten dagegen werden häufig in verschiedenem Verhältniß mit feingemahlenem Schwerspath versetzt, wodurch dann verschiedene Sorten entstehen, die unter den Benennungen: Venetianer-Weiß, Hamburger-Weiß, Holländer-Weiß, im Handel vorkommen; das erstere aus gleichen Theilen, das zweite aus 2 Theilen Schwerspath auf 1 Bleiweiß, das dritte aus 3 Theilen des ersteren gegen 1 des letzteren bestehend. Wenn der Schwerspath völlig rein weiß ist, so ist die Verfälschung des Bleiweißes mit ihm nicht immer so nachtheilig, wie man auf den ersten Blick glauben könnte, ja für gewisse Zwecke bei ordinären Malereien wird sogar das mit Schwerspath versetzte Bleiweiß vorgezogen, theils weil der Schwerspath die Deckkraft erhöhen soll (?), theils weil ein solches Bleiweiß sich durch schwefelwasserstoffhaltige Ausdünstungen weniger schnell bräunt oder schwärzt, als das reine.

Das Kremserweiß verdankt übrigens seinen großen Ruf keineswegs etwa dem Schwerspathgehalt, da, wie erwähnt, die feinste Sorte ganz ohne Zusatz bleibt, sondern allein der vorzüglichen Reinheit des Villacher Bleies und der geschickten und sorgfältigen Leitung der Schlämmarbeiten, durch welche man vollständig alle Spuren von metallischem Blei oder Schwefelblei zu beseitigen weiß.

4. Thenard'sche oder französische Methode. Diese von den älteren im Vorhergehenden beschriebenen Methoden wesentlich abweichende Verfahrungsart, die in neuerer Zeit vielfach in Aufnahme gekommen ist, wurde zuerst von Thenard angegeben, besonders aber von Brechoz und Lesueur ausgebildet, die im J. 1809 eine Prämie dafür erhielten. Roard und Brechoz legten dann die große Bleiweißfabrik in Clichy an, die nach diesem Prinzip arbeitete, und sich bald zu einer bedeutenden Ausdehnung erweiterte.

Man bereitet nach dieser Methode zuvörderst eine Auflösung von basisch essigsaurem Blei, indem man entweder Essig, oder auch neutrales essigsaures Blei durch kalte Digestion über Bleiglätte und häufiges Rühren mit Bleioxyd sättigt. Das so entstehende basische Salz ist dreifach basisches essigsaures Bleioxyd, d. h. enthält drei Mal so viel Oxyd als das neutrale Salz, hat aber die Eigenschaft, durch hinzugeleitete Kohlensäure unter Bildung von kohlensaurem Blei in den Zustand von neutralem essigsaurem Blei zurückzukehren; dieses letztere kann nun wieder durch Digestion mit einer neuen Portion Glätte in basisches Salz umgewandelt, dann aufs Neue durch Kohlensäure zersetzt werden, und so fort, wobei also, abgesehen von unvermeidlichen kleinen Verlusten, dieselbe Portion Essigsäure viele Male zu derselben Arbeit dient.

Man nimmt zu diesem Prozeß häufig gereinigte Holzsäure, von wel-

cher sich etwa 112 Pfund mit 100 Pfund Bleioxyd zu neutralem essigsaurem Bleioxyd verbinden. Gesetzt also, man habe diese Menge Säure angewandt, so würden sich darin durch Digestion 300 Pfund Glätte auflösen lassen. Durch Behandlung dieser Lösung mit Kohlensäure würden nun 200 Pfund Bleioxyd als Bleiweiß gefällt werden, während 100 Pfund mit der Säure zu neutralem Salze verbunden zurückbleiben würden. In dieser Flüssigkeit könnte man nun wieder 200 Pfund Glätte auflösen u. s. f. Die Kohlensäure kann auf verschiedene Art, am wohlfeilsten (wenn nicht etwa natürliche Quellen von kohlensaurem Gase benutzt werden können, wie dieß allerdings an einigen Orten geschieht) durch Verbrennen von Holzkohlen oder Kokes dargestellt werden, wie in Clichy der Fall ist, nur daß die auf solche Weise erhaltene Kohlensäre der beigemengten Rußtheilchen wegen einer sorgfältigen Reinigung bedarf, die am sichersten dadurch bewerkstelligt wird, daß man sie durch eine Lösung von neutralem essigsaurem Bleioxyd streichen läßt, wodurch jede Spur von etwa beigemengtem Schwefelwasserstoff beseitigt wird, und dann in einem Gasometer auffängt, um sie erst von hier aus in die verdünnte Lösung des basischen Salzes eintreten zu lassen.

Hat sich nach anhaltendem Durchleiten der Kohlensäure durch die Flüssigkeit der Niederschlag vollständig gebildet, so läßt man ihn sich absetzen, und zieht die überstehende klare Flüssigkeit ab, um sie zu einer neuen Operation zu verwenden. Den Bodensatz von Bleiweiß wäscht man ein oder zwei Mal mit wenigem Wasser aus, und setzt die Waschwasser der übrigen Lösung zu, worauf man dann das Bleiweiß vollständig auswäscht.

Das nach dieser Methode dargestellte Bleiweiß ist von ausgezeichneter Weiße, steht jedoch dem nach der älteren Manier bereiteten in seiner Deckkraft wesentlich nach. Hinsichtlich dieses Umstandes ist mehrfach die Behauptung aufgestellt, daß zwischen den nach der älteren und der neueren Methode erhaltenen Bleiweißsorten ein wesentlicher chemischer Unterschied Statt finde, daß nämlich jenes basisch kohlensaures, dieses dagegen neutrales kohlensaures Bleioxyd sei.

5. Methode von Button und Dyer, nachher von Benson verbessert. Sie beruht auf demselben chemischen Prozeß, wie die Thenard'sche, vermeidet aber den Uebelstand, daß das Produkt krystallinisch und daher weniger deckend wird, indem das basisch essigsaure Blei nicht im flüssigen Zustande dargestellt wird, sondern so wie die Glätte im festen Zustande verbleibt. Bei dem Bensonschen Verfahren wird eine innige Mischung von schwach angefeuchteter Bleiglätte und einer geringen Menge Bleizuckerlösung in einen langen steinernen Trog gebracht und sodann unter beständigem starkem Durcharbeiten mittelst einer Maschinerie ein Strom von heißem kohlensauren Gas, durch Verbrennung von Kokes erzeugt, darüber geleitet. Ist solchergestalt die Glätte in Bleiweiß umgewandelt, so wird die Masse gemahlen und auf gewöhnliche Weise weiter behandelt. Man gewinnt so ein gut deckendes Bleiweiß; theils aber, weil dem so gewonnenen Produkte die völlige Weiße fehlt, theils auch, weil sich die Fabrikationskosten höher stellten, als die der alten Methode, ist die Fabrik wieder eingegangen.

Eigenschaften des Bleiweißes. — Die Zusammensetzung des Bleiweißes ist je nach der Bereitungsart verschieden. Nur das nach dem Thenardschen Verfahren dargestellte ist neutrales kohlensaures Bleioxyd, und besteht in 100 Theilen aus 83.52 Bleioxyd und 16.48 Kohlensäure. Jenes nach der holländischen, englischen und Klagenfurter Methode gewonnene dagegen ist als eine Verbindung des neutralen Salzes mit

Bleioxydhydrat zu betrachten, deren Mengeverhältniß variirt, woraus sich die abweichenden Angaben über seine prozentische Zusammensetzung erklären. Das erstere, auf nassem Wege gewonnene ist krystallinisch, und erscheint unter dem Mikroskop in Gestalt kleiner durchsichtiger Krystalle, worin der Grund seiner verhältnißmäßig geringen Deckkraft liegt; das letztere, auf trockenem Wege entstandene zeigt auch bei der stärksten Vergrößerung kein krystallinisches Gefüge, und ist auch in den feinsten Theilchen ganz undurchsichtig. Man nennt es, vielleicht mit Unrecht, amorphes (d. h. nicht krystallinisches) Bleiweiß. Es besitzt bedeutende Deckkraft. Mit Leinöl abgerieben bildet es eine sich vortrefflich ausstreichende Farbe, die aber im Freien den Einflüssen der Witterung dargeboten, nicht sonderlich dauerhaft ist, wahrscheinlich indem es mit dem Oel eine Seife bildet, welche weniger Festigkeit besitzt, und dem Wasser zugänglicher ist, als der durch Eintrocknen von nicht verseiftem Leinöl entstehende firnißartige Ueberzug.

Um die Deckkraft des Bleiweißes zu untersuchen, besonders um mehrere Sorten zu vergleichen, verfährt man am leichtesten folgendermaßen: Man reibt geschlämmten Schwerspath mit Leinöl ab, und streicht davon eine Probe auf eine schwarze Schiefertafel, welche davon sehr wenig gedeckt wird. Wenn man nun gleiche Portionen der Bleiweißsorten an verschiedenen Stellen mit dem Pinsel hinzumischt, so zeigt sich der Unterschied sehr deutlich; besonders erkennt man auf diesem Wege, welche Sorte am meisten Körper hat, d. h. welche die dickste salbenartige Konsistenz erlangt.

Das Bleiweiß wird häufig durch einen Zusatz von geschlämmtem Schwerspath verfälscht, welcher im Aeußeren nicht leicht zu erkennen ist, weil der Schwerspath sehr weiß und eben so schwer ist, als das reine Bleiweiß; ja es kommen Sorten im Handel vor, welche bis $^3/_4$ Schwerspath und nur $^1/_4$ Bleiweiß enthalten. Man erkennt diese Verfälschung, indem man eine Probe mit verdünnter Salpetersäure übergießt, in welcher sich reines Bleiweiß vollkommen auflöst, während der Schwerspath ungelöst zurückbleibt. Wird der Versuch mit starker Salpetersäure angestellt, so löst sich auch reines Bleiweiß nicht.

Nur selten wird das Bleiweiß mit Kreide verfälscht, weil es dadurch schon im Ansehen verliert. Um einen derartigen Zusatz zu entdecken, übergießt man die Probe mit Weingeist und etwas Salzsäure, läßt das ungelöst gebliebene Pulver sich absetzen und gießt die klare Flüssigkeit ab, welche dann mit einigen Tropfen Schwefelsäure versetzt wird. Enthielt das Bleiweiß Kreide, so löset sich dieselbe in der Salzsäure und es entsteht durch die Schwefelsäure ein Niederschlag von schwefelsaurem Kalk, im entgegengesetzten Fall erzeugt die Schwefelsäure keinen Niederschlag, weil Chlorblei im Weingeist ganz unlöslich ist.

Pattinson'sches Bleiweiß. Es ist neuerdings von Pattinson eine weiße Bleifarbe, basisches Chlorblei, erfunden, welche in England im Großen fabrizirt und unter dem eben erwähnten Namen in den Handel gebracht wird. Sie wird aus rohem Bleiglanz dargestellt, und gewährt den großen Vortheil, daß die sämmtlichen Kosten der Verhüttung des Erzes wegfallen, und daß zugleich das in demselben gewöhnlich enthaltene Silber, sowie auch der Schwefel als Nebenprodukte gewonnen werden. Der Bleiglanz nämlich wird fein pulverisirt und mit der zu seiner Auflösung erforderlichen Menge konzentrirter Salzsäure, oder besser noch einem kleinen Ueberschuß derselben, gekocht, bis er aufgelöst ist. Es entweicht hierbei eine große Menge Schwefelwasserstoff, den man durch eine Röhre ableitet, entzündet, und die Flamme in eine Schwefelsäurekammer leitet, um so

den Schwefel zur Fabrikation von Schwefelsäure zu benutzen. Die heiße Auflösung des Chlorbleies wird von dem ungelöst gebliebenen Schwefelsilber abgegossen und erkalten gelassen, wobei sich das Chlorblei in Gestalt eines krystallinischen Niederschlags abscheidet, worauf man die Flüssigkeit, welche gewöhnlich eisenhaltig ist, abgießt. Das Chlorblei wird hierauf in kochendem Wasser aufgelöst und mit Kalkwasser gemischt, wodurch das basische Chlorblei niedergeschlagen wird. Um diese Zersetzung so plötzlich wie möglich zu bewirken, da hiervon die Güte des Produktes abhängt, läßt man beide Flüssigkeiten, die Bleilösung sowohl wie das Kalkwasser, aus Röhren zusammenfließen, und regulirt den Ausfluß so, daß die Menge des Kalkes genau hinreicht, um einen Niederschlag zu bewirken, der aus gleichen Atomen Chlorblei und Bleioxyd besteht.

Das so gewonnene Bleiweiß ist zwar nicht von sehr rein weißer Farbe, übertrifft aber gewöhnliches Bleiweiß bedeutend an Deckkraft und Körper; und wenn man berücksichtigt, daß Bleiweiß als Anstrichfarbe selten ganz unversetzt zur Anwendung kommt, daß vielmehr durch Zusätze von Schwarz oder anderen Farben die grelle Weiße etwas gemildert zu werden pflegt, so kann der etwas gelbliche oder bräunliche Ton dieser Bleiweißsorte nicht als großer Mangel erscheinen. Die größte Unbequemlichkeit dieser Fabrikation liegt in der Schwerlöslichkeit des Chlorbleies sowohl wie des Kalkes im Wasser, aus welchem Grunde außerordentlich große Quantitäten Flüssigkeit zur Anwendung kommen und zum Auflösen des Chlorbleies kochend erhitzt werden müssen.

Bleizucker, neutrales essigsaures Bleioxyd. Die Darstellung dieses Salzes ist eigentlich eine sehr einfache Sache, indem sie darauf hinaus kommt, Essigsäure mit Bleiglätte bis zur Neutralisation zu sättigen, und die erhaltene Auflösung zum Krystallisiren zu bringen. Die gewöhnlichen Essigsorten, als Bier- und Fruchtessig sind für diesen Zweck nicht nur zu unrein, sondern auch zu schwach. Besser schon eignet sich hierzu ein nach der Methode der Schnellessigfabrikation aus reinem Branntwein dargestellter möglichst starker Essig.

Man gibt die Säure in eine bleierne Pfanne, erwärmt sie mäßig und sättigt sie mit Bleiglätte, welche man langsam einträgt und von der man nicht eher eine frische Portion zugibt, als sich die vorhergehende aufgelöst hat. Die Neutralisation darf ja nicht überschritten werden, weil sonst ein unkrystallisirbares basisches Salz entsteht; besser ist es, zu wenig als zu viel Oxyd anzuwenden und mit dem Zusatz aufzuhören, wenn die Lösung noch das Lakmuspapier deutlich röthet. Nachdem sich die Flüssigkeit geklärt hat, zieht man sie von dem geringen Bodensatze ab, reinigt den Kessel, bringt die Flüssigkeit in denselben zurück, dampft bis zu einem spez. Gewicht von 1,267 ein, setzt ihr eine kleine Menge starken Essigs zu, und filtirt, falls die Flüssigkeit eine bräunliche Farbe besitzen sollte, durch ein Kohlenfiltrum; worauf man sie zur Krystallisation hinstellt, nach beendigter Krystallisation die Mutterlauge abzieht, um sie gelegentlich weiter einzudampfen, die Krystalle aber in wenig heißem Wasser auflöst, um sie nochmals krystallisiren zu lassen.

Die meisten chemischen Fabriken bedienen sich zur Darstellung von Bleizucker des sehr wohlfeilen Holzessigs. Wird derselbe blos rektifizirt und sodann mit Glätte neutralisirt, so ist ein verkäuflicher Bleizucker gar nicht daraus zu gewinnen, theils weil er nicht ordentlich krystallisirt, theils auch, weil er eine dunkelbraune Farbe besitzt. Dennoch wird eine solche braune Auflösung häufig bereitet, um durch Zersetzung mit Alaun essigsaure Thonerde, Thonbeize, für die Kattunfabrikanten zu gewinnen,

die dann freilich auch nicht rein, für gewöhnliche Zwecke aber brauchbar und jedenfalls viel wohlfeiler ausfällt, als wenn man sich zu ihrer Bereitung eines reinen krystallisirten Bleizuckers bedienen wollte.

Soll aus Holzessig ein weißer, verkäuflicher Bleizucker dargestellt werden, so muß dazu eine gereinigte, ganz farblose Säure zur Anwendung kommen, deren Bereitung nach der neuen Methode mittelst Salzsäure aus holzessigsaurem Kalk in dem Artikel Essigsäure nachzusehen ist. Aber selbst die so gewonnene ganz wasserhelle Säure verursacht die eigenthümliche Schwierigkeit, daß die Krystallisation nicht ordentlich von Statten geht, und daß statt der Bildung größerer, gut ausgebildeter Krystalle gern das Ganze zu einer faserigen, nur unvollkommen krystallisirten Masse erstarrt, wahrscheinlich in Folge der Gegenwart irgend eines aus der Holzsäure herrührenden Stoffes. Wir müssen gestehen, nicht bestimmt zu wissen, durch welches Mittel die Fabrikanten diesem Uebelstande abhelfen, vermuthen aber, daß vielleicht wiederholte Filtrationen durch frisch ausgeglühte Holzkohle zum Ziele führen können. Der von einigen Schriftstellern zu diesem Zweck empfohlene Zusatz einer kleinen Menge Salpetersäure erfüllt ihn bestimmt nicht.

Der Bleizucker erscheint in klaren, farblosen, theils dünnen nadelförmigen, theils größeren prismatischen Krystallen. Er ist im Wasser leicht löslich, und bedarf dazu bei 40° eine der seinigen gleiche Gewichtsmenge; im Weingeist löst sich nur eine kleine Menge. Der Geschmack ist süß, dabei etwas zusammenziehend und metallisch. In warmer trockner Luft zerfällt er unter Verlust des Krystallisationswassers zu einem weißen Pulver. Innerlich genossen, wirkt er wie alle löslichen Bleiverbindungen giftig.

Er besteht in 100 Theilen aus:

Essigsäure	. . .	27,08
Bleioxyd	. . .	58,71
Wasser	. . .	14,21.

Der Bleizucker findet eine sehr ausgedehnte Anwendung zur Bereitung der essigsauren Thonerde und des essigsauren Eisenoxydes (Thon- und Eisenbeize) für die Kattundruckerei, ferner zur Darstellung von Chromgelb, von konzentrirter Essigsäure, und zu anderen Zwecken.

Außer der neutralen Verbindung bildet die Essigsäure noch zwei verschiedene basische Salze mit dem Bleioxyd, deren eine drei, die andere sechs Atome der Basis auf ein Atom Säure enthält. Die erstere derselben, das dritteIessigsaure Bleioxyd, ist nicht krystallisirbar und bildet das schon lange bekannte Extractum Saturni, mit etwas Weingeist vermischt, das Goulardsche Wasser, welches in der Chirurgie als äußeres Heilmittel häufige Anwendung findet. Das sechsteIessigsaure Bleioxyd entsteht beim Vermischen des Vorhergehenden mit einem Ueberschuß von Ammoniak in Form eines weißen Niederschlags, findet aber keine Anwendung irgend einer Art.

Blende, oder Zinkblende, ist natürliches Schwefelzink. Sie ist von gelber, grünlicher, schmutzig rother, schwarzer, gewöhnlich von brauner Farbe, späthigem Gefüge und Demantglanz, durchscheinend oder (die schwarze) undurchsichtig. Spez. Gewicht = 3.7 bis 4.2. Außer dem Schwefelzink enthält sie fast immer kleine Beimengungen anderer Schwefelmetalle, besonders Schwefeleisen und Schwefelkupfer. Abgesehen von diesen Beimengungen besteht das reine Schwefelzink in 100 Theilen aus 66,71 Zink gegen 33,29 Schwefel.

Die Anwendung der Zinkblende ist beschränkt. Ihre Verarbeitung auf Zink verursacht zu große Kosten, als daß sie mit der so leichten Gewin-

nung dieses Metalls aus dem in so großer Masse vorkommenden Galmei die Konkurrenz aushalten könnte. Man benutzt sie jedoch, fein gemahlen, als gelbliche Anstreichfarbe (Steingelb).

Blicken. Unter dem Blicken des Silbers und des Goldes versteht man eine, bei der Treibarbeit und beim Kupelliren dieser Metalle eintretende Erscheinung, die darin besteht, daß, wenn durch Orydation das Blei nebst dem Kupfer fast vollständig entfernt ist, ein kurzes, vorübergehendes vermehrtes Leuchten auf der Oberfläche des geschmolzenen Metalles wahrgenommen wird, welches man den Blick nennt und als ein Zeichen der Beendigung des Prozesses betrachtet. (Vergl. im Artikel Blei S. 260.)

Blitzableiter. So rasch auch in der Neuzeit die interessantesten und wichtigsten Entdeckungen in den verschiedenen Gebieten der Naturlehre auf einander folgen, so haben sich dennoch mehrere der alltäglichsten Erscheinungen hartnäckig den angestrengtesten Forschungen entzogen, unter ihnen auch die Gewitter. Daß der Blitz ein elektrisches Feuer sei, ist allerdings unzweifelhaft, besonders durch die oft wiederholten Versuche mit dem elektrischen Drachen erwiesen. Wenn man nämlich zur Zeit eines Gewitters einen Papierdrachen steigen läßt, in dessen Bindfaden ein dünner Metalldraht eingeflochten ist; wenn man ferner dem Drachen zur Beförderung des Einströmens der Elektrizität einige weit vorspringende Metallspitzen gibt, und das untere Ende des Bindfadens in eine seidene Schnur auslaufen läßt, welche als Nichtleiter der Elektrizität das Abströmen derselben verhindert, so können aus dem unteren Ende des Bindfadens starke elektrische Funken gezogen werden, welche mit Explosionen wie Pistolenschüsse auf Entfernungen von 6 bis 8 Fuß hervorbrechen, und die größte Vorsicht bei derartigen Versuchen erheischen. Auch kann man damit eine elektrische Verstärkungsflasche laden und alle übrigen Wirkungen der Elektrisirmaschine hervorbringen. So wie sich also zur Zeit der Gewitter die Atmosphäre in den oberen Regionen in höherem Grade elektrisch zeigt, so dürften wir schon aus diesem Grunde auch den Blitz als elektrischen Funken betrachten, wenn er nicht auch in andern Hinsichten, besonders in den eigenthümlichen Wirkungen, die er hervorbringt, mit den Funken der Elektrisirmaschine auf's Vollkommenste übereinstimmte.

Dagegen ist die Wissenschaft zur Zeit noch nicht im Stande, den Ursprung der Luftelektrizität mit Sicherheit nachzuweisen, und wir müssen uns mit der Vermuthung begnügen, daß, sowie Harze, Glas, Schwefel, Collodium und andere zu den Nichtleitern gehörende Materien durch Reibung an Leitern Elektrizität entwickeln, so auch die atmosphärische Luft bei dem raschen Vorbeiströmen an den Gegenständen der Erdoberfläche durch Reibung elektrisch wird.

In der warmen Jahreszeit nun findet in Folge der großen Temperaturunterschiede häufig ein rasches Aufsteigen der unteren Luftschichten Statt, wodurch die elektrische Materie sogleich den oberen Regionen zugeführt wird, während in der kälteren Jahreszeit die Luftschichten sich mehr horizontal fortbewegen und, bevor sie zum Aufsteigen kommen, die aufgenommene Elektrizität an die Erdoberfläche abzusetzen vielfache Gelegenheit finden, woraus sich dann das häufigere Vorkommen der Gewitter im Sommer genügend erklärt. Daß nun die in der Höhe schwebenden, aus Wasser — einem Leiter — bestehenden Wolken die Elektrizität in sich aufnehmen und unter günstigen Umständen in Gestalt eines Funkens abgeben können, ist ganz natürlich, dagegen war eine Erschei-

nung, die gerade für die Theorie der Blitzableiter von Wichtigkeit ist, bisher noch unerklärt. Es geht nämlich aus vielen Thatsachen, deren Entwickelung uns hier zu weit führen würde, hervor, daß nicht eine allmälige Ansammlung, wie man sie erwarten sollte, sondern eine plötzliche Anhäufung von Elektrizität einer jeden Entladung durch einen Blitz vorhergeht. Wir glauben nun durch die folgende Betrachtung diese räthselhafte Erscheinung erklären zu können.

Bekanntlich bestehen die Wolken, sowie jeder sichtbare Wasserdampf, aus sehr kleinen, hohlen Wasserbläschen, deren Größe aus optischen Erscheinungen mit Genauigkeit berechnet werden kann. Kämtz gibt den Durchmesser dieser Bläschen zu 0.0007 Zoll oder $^1/_{112}$ Linie an. Nach Beobachtungen von Kratzenstein ist die Dicke der Wasserhülle derselben $^1/_{30}$ von dem Durchmesser der Kugel. Hiernach berechnet sich das Gewicht des Wassers, welches in einem Dampfbläschen enthalten ist, zu dem fünfhundertmillionsten Theil eines Grans, so daß beim Zerplatzen und Zusammenfließen der Bläschen zu vollen Regentropfen hundert Millionen Bläschen einen einzigen kleinen Regentropfen von $^1/_5$ Gran Gewicht bilden. Die Gesammt-Oberfläche jener hundert Millionen Bläschen aber ist 3690 Mal größer, als jene eines vollen Tropfens von $^1/_5$ Gran. Da nun die elektrische Materie sich auf der äußeren Oberfläche der Körper befindet, so ersieht man leicht, daß wenn die kleinen Dampfbläschen auch nur in geringem Grade elektrisch waren, bei ihrem Zusammentritt zu Regentropfen die Elektrizität in einen über 3000 Mal konzentrirteren Zustand übergeht, und so die zum Ueberspringen eines Funkens nöthige Spannung erlangen kann. Stellen wir uns nun eine aus dicht gedrängten elektrischen Bläschen bestehende Wolke vor, und daß an irgend einer Stelle einige Bläschen zufällig zerplatzen, so wird dadurch den nächstliegenden Bläschen ein Anstoß gegeben; diese zerplatzen ebenfalls, pflanzen die Erschütterung weiter, und so kann fast momentan ein allgemeines Zerplatzen der sämmtlichen Bläschen einer Wolke eintreten. Die Folge davon ist die plötzliche Bildung einer großen Regenmasse, welche herabstürzt und die auf den Tropfen 3000fach konzentrirte Elektrizität in Gestalt eines Blitzes fahren läßt. Sehr gut reimt sich hiermit die bekannte Erscheinung, daß bei Gewittern auf jeden heftigen Blitz ein kurzes aber starkes Regenschauer zu folgen pflegt.

Die hier gegebene Betrachtung zeigt nun die Unrichtigkeit der viel verbreiteten Ansicht, als könne der Zweck der Blitzableiter darin bestehen, den Wolken die Elektrizität zu entziehen und dem Zustandekommen der Blitze vorzubeugen. Dieß können sie nicht, oder doch nur in höchst unbedeutendem Grade, weil die Gewitterwolken die Elektrizität nur in sehr schwach gespanntem Zustande enthalten, und das plötzliche Wachsen der Spannung mit dem Hervorbrechen des Blitzes Einen Moment bildet, während dessen auch noch so viele Blitzableiter nichts mehr ändern könnten.

Der Blitzableiter, eine im Jahre 1750 gemachte Erfindung des Dr. Benjamin Franklin in Philadelphia, welche allein schon hinreichen würde, den Namen dieses merkwürdigen Mannes unsterblich zu machen, hat den Zweck, den aus der Wolke herabfahrenden Funken aus der nächsten Umgebung an sich zu ziehen und ihn vermittelst eines guten Leiters dem feuchten Erdboden zuzuführen und so unschädlich zu machen.

Daß eine wirkliche Anziehung Statt finde, hat nicht nur, einzelne Ausnahmen abgerechnet, die Erfahrung bestätigt, sondern ist auch wissenschaftlich wohl erklärbar.

Die elektrischen Erscheinungen nämlich lassen sich nicht wohl anders erklären, als durch die Annahme zweier elektrischen Materien, deren eine wir positive, die andere negative nennen. In ihren Wirkungen so

ähnlich, daß sie nur in einzelnen untergeordneten Erscheinungen einen Unterschied wahrnehmen lassen, geben sie ihre Verschiedenheit besonders durch den Gegensatz zu erkennen, indem sie gegenseitig ihre Wirkung aufheben, sich gegenseitig vernichten, oder was am wahrscheinlichsten, eine Verbindung eingehen, die man wohl mit dem Namen neutraler Elektrizität bezeichnet hat. Da dieser Materie die ausgezeichneten Wirkungen der einzelnen getrennten Elektrizitäten durchaus abgehen, so entzieht sie sich unserer Wahrnehmung, weßhalb denn beim Zusammenkommen gleicher Mengen positiver und negativer Elektrizität ein ganz unelektrischer Zustand eintritt. Das Bestreben, sich zu vereinigen, gibt sich schon durch Anziehung auf Entfernung zu erkennen, so daß zwei Körper, deren einer positiv, der andere negativ elektrisch ist, sich gegenseitig anziehen, und zwar um so stärker, je geringer die Entfernung. Haben sich die entgegengesetzten Elektrizitäten auf der Oberfläche zweier Körper in erheblicher Menge angesammelt und man nähert dieselben einander, so wächst die Anziehung der Elektrizitäten in dem Grade, daß sie die Körper verlassen, die dazwischen befindliche Luft, einen Nichtleiter, durchbrechen und unter Entstehung eines leuchtenden und außerordentlich heißen Funkens sich vereinigen. Jede elektrische Entladung also setzt nothwendig die Gegenwart beider Elektrizitäten voraus, und wenn aus einer positiv elektrischen Wolke durch den oben erläuterten Vorgang ein Blitz zur Erde herabfährt, so besteht die Erscheinung in einem Zusammenströmen von positiver Elektrizität der Wolke und negativer Elektrizität der Erde. Ob aber der Funke von der Wolke in die Erde, oder von der Erde aufwärts in die Wolke geht, oder ob nicht vielleicht von jeder Seite ein Funke entsteht, ist bei der unermeßlichen Geschwindigkeit nicht zu entscheiden. Von dem gewöhnlichen Standpunkte nahe an der Erdoberfläche aus betrachtet, scheinen die Blitze von den Wolken herab zur Erde zu fahren; betrachtet man dagegen ein Gewitter von einem hohen Berge aus, so scheinen umgekehrt die Blitze nach oben zu schlagen. Daß übrigens die Entladungen in den allermeisten Fällen von einer Wolke zur andern gehen und die Erde ganz unberührt lassen, bedarf kaum der Erwähnung.

Es ist also aller Grund vorhanden, bei dem Einschlagen des Blitzes ein Ausströmen der entgegengesetzten Elektrizität anzunehmen, und da dieses Ausströmen durch gute Leiter, ganz besonders durch metallene Spitzen außerordentlich befördert wird, so erklärt sich zur Genüge, wie bei Entstehung eines Blitzes das Entgegenströmen der Elektrizität von der Erde durch einen Blitzableiter befördert wird, der Funke also auch seinen Weg dahin nehmen, und die weniger Elektrizität ausströmenden Umgebungen verschonen wird.

Wie weit sich die schützende Kraft eines Blitzableiters erstrecke, ist mit Sicherheit nicht zu bestimmen. In einer älteren von der Akademie der Wissenschaften in Paris erlassenen Instruktion über Anlage von Blitzableitern ist der theils aus theoretischen Betrachtungen, theils aus der Erfahrung hergeleitete Grundsatz aufgestellt, daß ein mit einer Auffangstange versehener Blitzableiter einen kreisförmigen Raum schütze, dessen Durchmesser vier Mal so groß, als die Höhe des Blitzableiters. So würde z. B. ein Dach von 48 Fuß Länge entweder in der Mitte mit einer hohen Auffangstange von 12 Fuß Höhe, oder besser mit zwei sechsfüßigen Auffangstangen zu versehen sein, deren jede 12 Fuß vom Ende des Daches entfernt anzubringen wäre. In Ermangelung besserer Anhaltspunkte wird auch jetzt noch diese Regel gewöhnlich befolgt.

Die Frage, ob man das obere Ende des Blitzableiters besser in eine Spitze oder eine Kugel auslaufen lasse, hat ihrer Zeit die Physiker viel beschäftigt und zu langen Streitigkeiten geführt. Man machte den Spitzen

den Vorwurf, daß sie den Blitz herbeilockten, indem man ihren vermeintlichen Wirkungskreis auf große Entfernung ausdehnte. Nachdem jedoch durch vielfältige Erfahrungen erwiesen ist, daß sich die anlockende Wirkungssphäre auf einen sehr kleinen Raum beschränkt, ist der Vorzug der spitzen Auffangstangen allgemein zur Anerkennung gekommen; denn es liegt ja gerade der Zweck vor, den elektrischen Funken von dem Gebäude abzuziehen und ihm einen unschädlichen Weg anzuweisen, wie dieses durch die spitze Auffangstange und den metallenen Ableiter geschieht. Man hat ferner gegen die Spitzen den Verdacht erhoben, daß sie der geringen Metallmasse wegen leicht geschmolzen werden und, als geschmolzenes Metall auf das Dach herabtröpfelnd, Entzündungen veranlassen können; aber abgesehen davon, daß dieser Vorwurf nur auf Strohdächer Anwendung finden könnte, so pflegen die Dächer zur Zeit der Gewitter vom Regen so durchnäßt zu sein, daß eine Zündung kaum denkbar ist. Ueberdieß lehrt die Erfahrung, daß gut konstruirte Auffangstangen selbst an der Spitze vom Blitz nicht geschmolzen werden.

Den Ableiter selbst anlangend, so muß derselbe aus einem guten Leiter der Elektrizität, also einem Metalle bestehen, und zwar muß dasselbe in hinlänglicher Masse vorhanden sein, um ohne sich auch nur zu erwärmen, geschweige denn zu schmelzen, den elektrischen Strom abzuleiten. Die bei Blitzableitern regelmäßig zur Anwendung kommenden Metalle sind Kupfer, Eisen und Messing, deren Leitungsfähigkeit sich verhält wie 100 : 17.74 : 29.33. Starke Blitze sind im Stande, Kupferdrähte von etwa 2 Linien Durchmesser zu schmelzen, wie dieß bei kupfernen Telegraphendrähten schon vorgekommen ist; da aber in den meisten Fällen solche Drähte trotzdem, daß sie vom Blitz getroffen werden, nicht zum Schmelzen kommen, so darf das Schmelzen eines solchen Drahtes wohl als die stärkste Wirkung eines kräftigen Blitzes betrachtet werden. Nach Beobachtungen von Rieß steht die Erwärmung metallener Leiter durch elektrische Ströme mit der vierten Potenz ihres Durchmessers in umgekehrtem Verhältniß, so daß von zwei Drähten, deren einer noch ein Mal so dick ist als der andere, der erste sich $2 \times 2 \times 2 \times 2$ also 16 Mal weniger erwärmt. Wenn man nun einen Blitzableiter aus Kupferblech von einer Linie Dicke und 3 Zoll Breite konstruirt, dessen Durchschnittsfläche 12 Mal größer ist, als die eines 2 Linien dicken Drahtes, so wird er sich 20736 Mal weniger erwärmen, und wenn man die Erwärmung des Kupferdrahtes gleich 1092°, nämlich dem Schmelzpunkte dieses Metalls, setzt, so würde sich der 3zöllige Kupferstreif nur etwa um $\frac{1}{20}$ Grad, mithin so gut wie gar nicht erwärmen; ein kupferner Ableiter von 1 Zoll Breite und 1 Linie Dicke würde unter denselben Voraussetzungen sich um 1 Grad erwärmen, also für einen Blitzableiter noch vollkommen hinreichen.

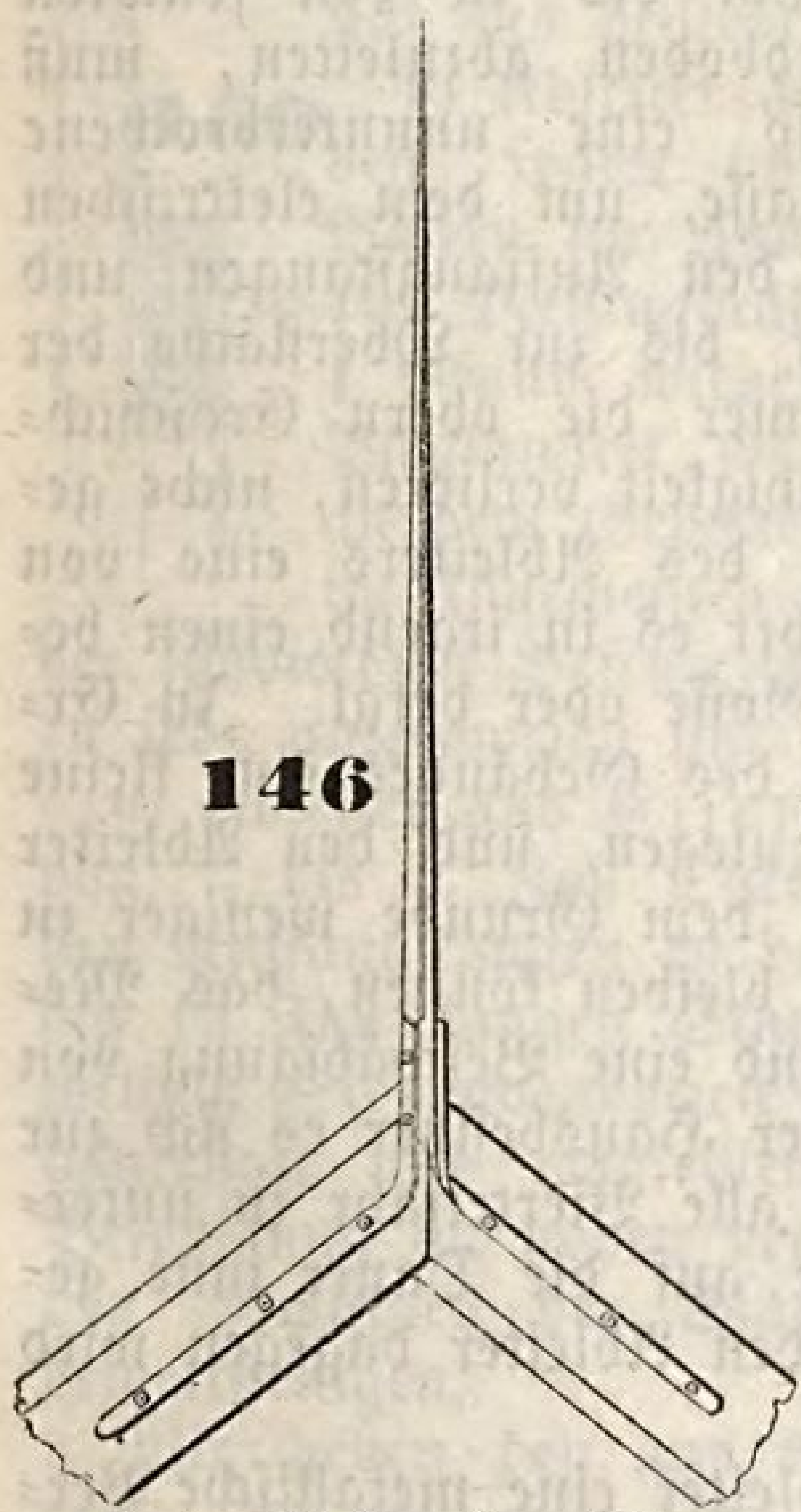
Die Haupttheile eines Blitzableiters sind: 1. die Auffangstange, und 2. der Ableiter.

1. Die Auffangstange, welche auf dem höchsten Punkte des zu schützenden Gegenstandes zu stehen kommt, wird fast immer aus einer viereckigen Eisenstange von etwa $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll Dicke gemacht, und erhält eine Länge von 4 bis 6 Fuß. Ein zierlicheres Ansehen erhält dieselbe, wenn sie nach oben verjüngt ausgeschmiedet wird; man versieht sie gemeiniglich mit einer etwa 8 Zoll langen Auffangspitze von Kupfer oder Bronze, welche am unteren Ende mit der Eisenstange gleiche Dicke hat, oben aber in eine feine Spitze ausläuft und entweder ganz, oder doch auf mehrere Zoll von der Spitze ab im Feuer vergoldet ist, um der Oxydation zu widerstehen. Das untere Ende dieser Kupferspitze ist schräg abgefeilt und wird an die ebenfalls schräg abgenommene Eisenstange mit

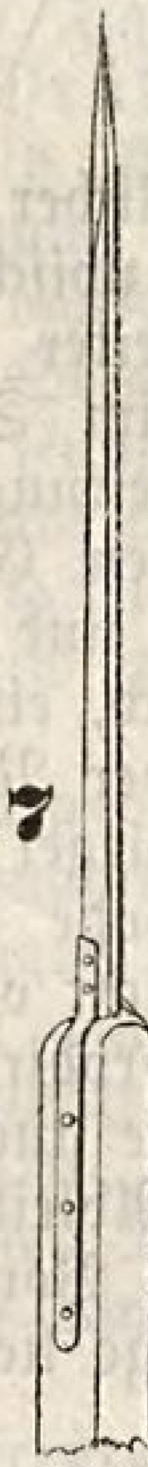
mehreren Nieten befestigt. Zu größerer Festigkeit kann um diese Verbindungsstelle noch ein viereckiger kupferner Ring gelegt werden.

Die Befestigung der Eisenstange auf dem Gebäude kann verschiedentlich ausgeführt werden. Am zweckmäßigsten und die größte Festigkeit darbietend, dürfte die folgende sein. Es werden an das untere Ende zwei, etwa 1½ Fuß lange eiserne Federn geschweißt oder mit starken Schrauben befestigt, welche sodann mit Schraubenbolzen entweder auf der oberen Seite der Sparren, oder seitlich an denselben befestigt werden. Fig. 146 zeigt die letztere dieser Befestigungsarten. Um das Eisen vor dem Rosten zu schützen, wird es mit Oelfarbe stark angestrichen, oder am besten galvanisirt, d. h. verzinkt. (M. s. hierüber den Schluß des Artikels Eisen.)

146



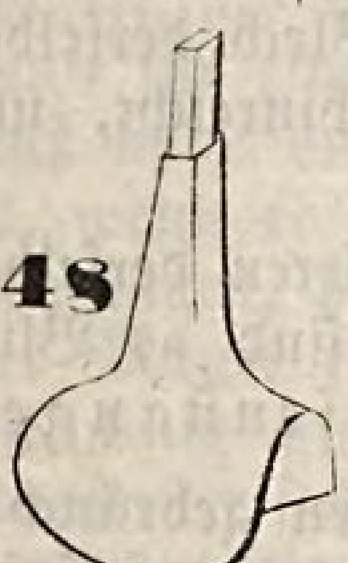
147



Bei Gebäuden, die in eine thurmartige Spitze auslaufen, muß die Auffangstange an der sogenannten Helmstange, d. i. einem hölzernen verticalen Träger, der unten mit den Sparren durch Schrauben verbunden ist, und oben 2 Fuß über dem Dache hervorragt, befestigt werden. Zu diesem Ende läuft das untere Ende der Stange in eine angeschweißte oder angeschraubte Gabel aus, welche an der Helmstange festgeschraubt wird, wie sich aus Fig. 147 ergibt. Zu größerer Festigkeit kann das untere abgerundete Ende der Stange etwa 1 Fuß tief in eine entsprechende Bohrung der Helmstange eingelassen werden.

Um das Holzwerk vor dem Eindringen des Regenwassers zu schützen, wird am besten von Walzblei ein sogenannter Stiefel, in Form der Fig. 148 angefertigt, welcher sich oben dicht an die Auffangstange anschließt, unten aber auf den Dachpfannen oder auf der Helmstange aufliegt.

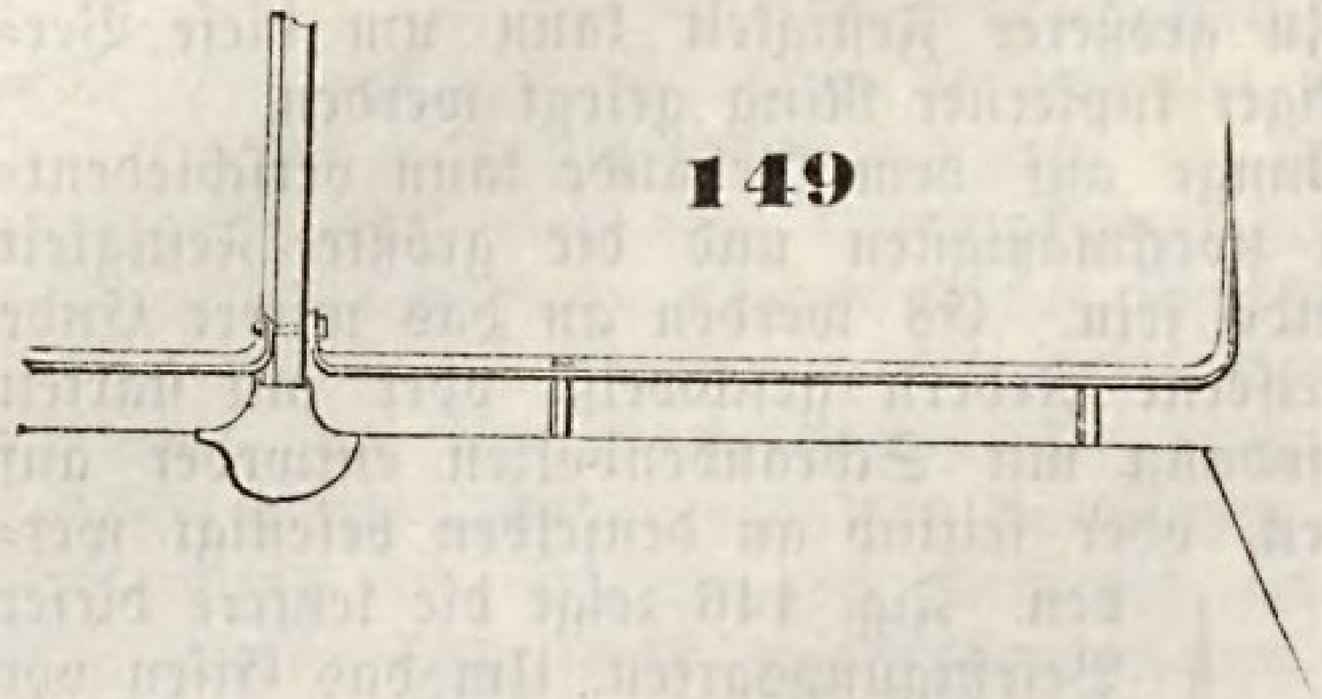
148



Um die Kosten und selbst die Schwierigkeiten in der Herbeischaffung einer vergoldeten kupfernen Auffangspitze zu umgehen, würde man sicher durch Verzinkung des spitz zulaufenden Endes der eisernen Auffangstange seinen Zweck erreichen. Zu diesem Ende wird die Spitze etwa 6 Zoll weit blank gefeilt, sodann mit Chlorzink (einer gesättigten Auflösung von Zink in Salzsäure) bestrichen, und in flüssiges Zink getaucht, welches zu dem Ende in einem 6 Zoll tiefen Schmelztiegel geschmolzen und bis zum anfangenden Glühen erhitzt wurde.

Außer den beschriebenen Haupt-Auffangstangen ist es, besonders bei größeren und bei allen solchen Gebäuden, welche mit vielen Giebeln oder andern vorspringenden Theilen versehen sind, rathsam, diese Vorsprünge mit ähnlichen, aber kleineren Auffangstangen zu versehen, welche eben ihrer Kleinheit wegen dem Gebäude nicht zur Verunzierung gereichen werden. Endlich können, ohne erhebliche Vermehrung der Kosten, mit großem Vortheil sogenannte Ausläufer an vorspringenden Ecken des Daches angebracht werden, indem man die auf dem First des Gebäudes ohnehin anzubringende horizontale Eisenschiene an den Enden in eine

149



auswärts gerichtete, etwa 2 Fuß lange Spitze auslaufen läßt, wie nebenstehende Figur 149 zeigt.

2. **Der Ableiter** hat den Zweck, den von den Auffangstangen aufgenommenen Blitzstrahl bis in den feuchten Erdboden abzuleiten, muß also eine ununterbrochene metallische Verbindung von hinlänglicher Masse, um dem elektrischen Strome kein Hinderniß zu bereiten, zwischen den Auffangstangen und der feuchten Erde bilden. Den Ableiter nur bis zur Oberfläche der Erde reichen zu lassen, würde, da im Sommer die obern Erdschichten austrocknen und dadurch ihre Leitungsfähigkeit verlieren, nicht genügen. Man gibt daher dem unteren Ende des Ableiters eine von dem Gebäude abgewendete Biegung, und führt es in irgend einen benachbarten Wasserbehälter, einen Teich, eine Gosse oder dergl. In Ermangelung solcher reicht es hin, in der Nähe des Gebäudes eine kleine Grube bis zum bleibenden Wasserspiegel anzulegen, und den Ableiter hinein zu führen; nur ist diese Methode aus dem Grunde weniger zu empfehlen, weil solche Gruben doch nicht offen bleiben können, das Metall in der feuchten Luft sich leicht oxydirt und eine Beschädigung von außen nicht zu bemerken ist. Und sollte auch der Hausbesitzer es sich zur Regel machen, die Beschaffenheit des Ableiters alle Vierteljahr zu untersuchen, so weiß man, wie selten solche Vorsätze auf die Dauer inne gehalten werden. Bei einem frei zu Tage liegenden Ableiter dagegen wird jede Beschädigung sogleich bemerkt.

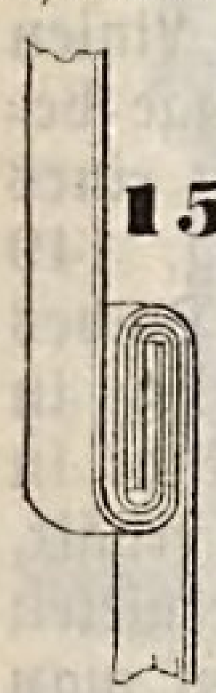
Es ist nun zunächst erforderlich, daß der Ableiter eine metallische Verbindung zwischen sämmtlichen Auffangstangen — wo nämlich mehrere vorhanden sind — bilde, und bei größeren Gebäuden ist es zu empfehlen, mehrere Ableiter zur Erde zu führen, wobei wir schon gleich im Voraus darauf aufmerksam machen, daß keinenfalls die blechernen Dachrinnen als Blitzableiter benutzt werden dürfen, indem das dünne Blech derselben zum gehörigen Ableiter eines kräftigen Blitzschlages nicht hinreicht, und häufig einer Beschädigung durch Rosten unterliegt.

Die Konstruktion der Ableiter anlangend, so sind drei Arten derselben in Gebrauch, welche wir einzeln zu betrachten haben. Es sind a) Blitzableiter von **Blechstreifen**, b) von **Draht**, c) von **Eisenstangen**.

a) Die Ableiter von **Blechstreifen** sind die am meisten gebräuchlichen, und werden theils von Kupfer, theils von Blei, theils von Eisen angefertigt. Blei empfiehlt sich durch seine Wohlfeilheit und die Leichtigkeit der Bearbeitung, ist aber der Weichheit wegen am leichtesten einer Beschädigung unterworfen; Eisen ist dem Rosten zu sehr unterworfen, besonders wenn es an Mauern oder Balken dicht anliegt, wo es anhaltender Feuchtigkeit ausgesetzt ist. Gewiß aber würde sich galvanisirtes (verzinktes) Eisenblech, welches gegenwärtig im Handel vorkommt, vortrefflich zu Blitzableitern eignen, weil es dem Roste widersteht. Kupfer endlich ist seiner Dauer und Festigkeit wegen, ungeachtet seines höheren Preises, das am meisten gebräuchliche Metall, und bietet auch seiner größeren Leitungsfähigkeit wegen Vorzüge dar. Da nämlich das Kupfer $5\frac{1}{2}$ Mal besser leitet als Eisen, so muß ein eiserner Ableiter in demselben Verhältnisse schwerer sein, um gleiche Wirkung zu machen, wodurch der niedrigere Preis mehr als aufgewogen wird, ganz abgesehen davon,

daß das Anbringen eines so breiten oder dicken Blechstreifens große Unbequemlichkeiten verursachen würde. Dasselbe gilt in noch höherem Grade von Blei, dessen Leitungsfähigkeit fast sieben Mal geringer ist, als die des Kupfers. Wie schon oben gezeigt wurde, würde ein Kupferstreif von 1 Zoll Breite und 1 Linie Dicke als Blitzableiter hinreichen; doch ist durchaus zu empfehlen, ihm eine Breite von mindestens 3 Zoll zu ertheilen. Es werden also von geeignetem Kupferblech drei- bis vierzöllige Streifen geschnitten und durch Zusammenfalzen verbunden, wie sich aus beistehender Figur 150 ergibt.

150



b) Ableiter aus Drahtseilen, zuerst von Saussure angegeben, später durch v. Yelin empfohlen, und besonders in Baiern zur Anwendung gebracht. Man vereinigt mehrere, etwa 10, Messingdrähte von solcher Dicke, daß 10 Fuß des Seiles 1 Pfund wiegen. Solche Seile sind wenig kostbar und ihrer Biegsamkeit wegen leicht anzubringen, nur ist ihre Befestigung an dem Gebäude nicht immer ohne Schwierigkeit. Sie haben im Allgemeinen wenig Eingang gefunden, wahrscheinlich weil sie der schwierigen Befestigung und ihrer Biegsamkeit wegen Beschädigungen zu sehr unterworfen sind.

c) Ableiter aus Eisenstangen werden aus quadratischen Eisenstäben von ½ bis ¾ Zoll Dicke gemacht. Um sie unter einander oder auch an den Auffangstangen zu befestigen, werden die Enden der gewöhnlich 12 bis 15 Fuß langen Stangen ein wenig breit geschmiedet, gelocht und mittelst Schraubenbolzen vereinigt. Sie sind ihrer Steifigkeit wegen sehr dauerhaft und empfehlenswerth, daher auch häufig in Gebrauch; ihre Befestigung an hohen vertikalen Mauern ist jedoch wegen des bedeutenden Gewichtes der Stangen nicht ohne Schwierigkeit und Kosten zu bewerkstelligen.

Wir geben den aus Kupferstreifen gebildeten Blitzableitern den Vorrang, da sie nicht nur die wohlfeilsten sind, sondern sich auch mit der größten Leichtigkeit durch direktes Aufnageln auf die Mauern oder untergelegte Bretter sehr dauerhaft befestigen lassen. Wir können nicht die Meinung theilen, daß ein direkt aufgenagelter Blitzableiter gefahrdrohender sei, als ein durch Tragstifte in geringer Entfernung gehaltener Ableiter; denn für einen Blitzstrahl, dessen Gewalt hinreicht, die vielleicht 10,000 Fuß hohe Luftschicht von der Wolke bis zur Erde zu durchbrechen, wird es, wenn er Veranlassung findet, um auf einen andern Gegenstand überzuspringen, nicht in Betracht kommen, ob sich zwischen dem Ableiter und der Mauer einige Zoll Luft befinden oder nicht. Man hat auch die Befürchtung ausgesprochen, daß die Spitzen der Nägel, mit welchen der Kupferstreif befestigt wird, Veranlassung werden können, daß der Blitz, den Ableiter verlassend, in's Innere des Gebäudes dringe. So lange aber der Ableiter in gesundem, unversehrtem Zustande und mit der feuchten Erde in Verbindung steht, ist zu einem seitlichen Abströmen durch die Nagelspitzen durchaus kein Grund vorhanden, auch erfordert die Befestigung eiserner Ableiterstangen eben so gut das Einschlagen von eisernen Tragstiften.

Wir wenden uns nun zu der Anordnung des ganzen Apparates für ein gewöhnliches Haus.

Zuvörderst ist zu bestimmen, ob eine einzige Auffangstange in der Mitte des Daches hinreicht, oder ob deren mehrere anzubringen sind, wobei gewöhnlich die oben gegebene Regel zu Grunde gelegt wird, daß nämlich die Auffangstange einen kreisförmigen Raum schützt, dessen Durchmesser dem Vierfachen der Auffangstange gleich kommt. Da man nun diese letzteren nicht gern über 6 Fuß hoch macht, weil längere durch heftige

Stürme losgerüttelt werden, auch das Gebäude sehr verunzieren, so kann man für je 24 Fuß Dachlänge eine Auffangstange rechnen. Nehmen wir beispielsweise ein Gebäude von 48 Fuß Dachlänge an, so würden zwei sechsfüßige Auffangstangen erforderlich, deren jede 12 Fuß von der Mitte und also auch von dem Ende des Daches entfernt in der eben beschriebenen Art befestigt wird. Zwischen beiden Auffangstangen wird nun eine Verbindung entweder durch einen Kupferstreif, oder hier zweckmäßiger durch eine Eisenschiene von etwa 2 Zoll Breite und 3 Linien Dicke hergestellt, indem man dieselben da, wo sie die Auffangstange berühren sollen, aufwärts biegt, mit einem Loch versieht, und mittelst eines Schraubenbolzens an die Auffangstange anschraubt, wie aus Fig. 149 zu ersehen ist. Die Befestigung der Schiene auf dem First des Daches geschieht vermittelst Tragstifte, welche aus halbzölligem Quadrateisen in der Länge von etwa 9 Zoll geschmiedet werden, und an einem Ende in eine Spitze auslaufen, während das obere einen kurzen Zapfen erhält, mittelst dessen sie an die Schiene angenietet wird. Da dieses Vernieten der Tragstifte nicht füglich auf dem Dache geschehen kann, so läßt man es vorher in der Schmiede verrichten, nachdem man die geeigneten Stellen an der Schiene nach der Entfernung der Sparren, in welche die Tragstifte eingeschlagen werden sollen, vorgezeichnet hat. Nach dem Vorbohren der Löcher in die Sparren werden entsprechend gelochte Dachpfannen eingelegt, und sodann die an der Schiene sitzenden Stifte eingetrieben, so daß die Entfernung der Schiene von den Pfannen etwa 3 Zoll beträgt.

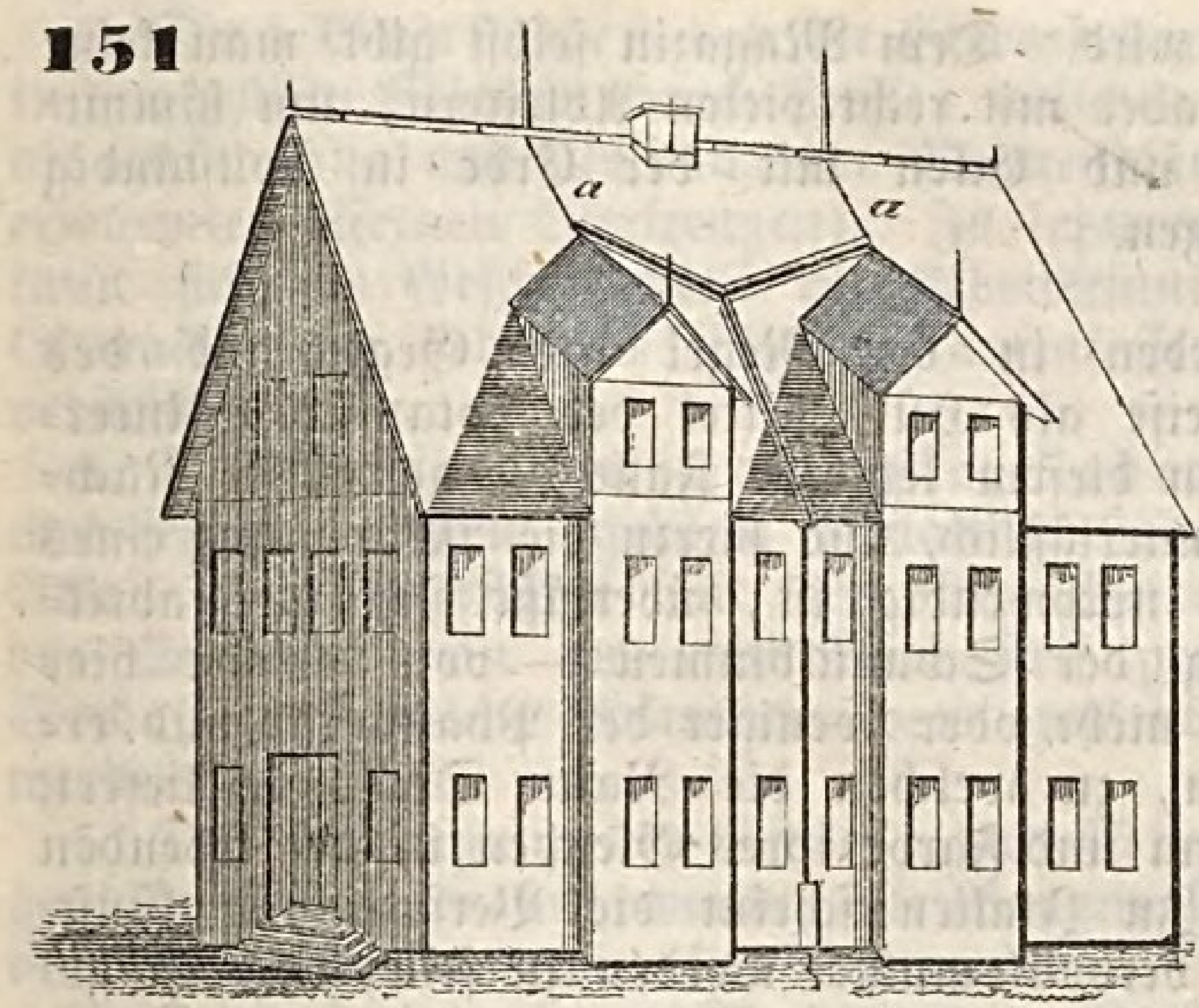
Von jeder der Hauptauffangstangen nun führt man einen Kupferstreif auf dem Dache und sodann bis zur Erde herab. Zur leichteren Befestigung desselben wird ihm als Unterlage ein Brett gegeben, welches auf den Pfannen aufliegend durch einige lange Nägel auf den Sparren befestigt ist; auf dieses Brett nagelt man den Ableiter am besten mit kupfernen, oder mit verzinkten eisernen Nägeln fest. Nicht minder muß der Uebergang von dem Dache auf die Mauer durch eine hinlänglich starke hölzerne Unterlage gesichert, und dabei jeder scharfe Winkel vermieden werden, wie denn überhaupt auch hier der gerade Weg der beste ist. Die Befestigung an der Mauer geschieht ebenfalls am besten mit verzinkten eisernen Nägeln, bedarf aber eines Brettes als Unterlage nicht. Sollte es vorgezogen werden, Eisenstangen als Ableiter anzuwenden, so befestigt man sie überall in derselben Art, wie wir vorhin gezeigt haben, durch Tragstifte, welche in die Mauer eingeschlagen werden. Daß aber diese Arbeit besonders aus dem Grunde, weil das Annieten der Tragstifte an die Stangen mit gutem Erfolge nur in der Schmiede ausgeführt werden kann, mit vieler Mühe verknüpft ist, bedarf kaum der Erwähnung.

Befinden sich auf dem Dache Schornsteine, so führt man die eiserne Verbindungsschiene vorbei, indem man ihr eine entsprechende Ausbiegung ertheilt. Um keine Vorsichtsmaßregel zu versäumen, kann man jeden Schornstein mit einer kleinen Auffangstange versehen, die dann natürlich auch mit der Schiene in leitende Verbindung zu setzen ist.

Wenn ein Gebäude mit vorspringenden Giebeln versehen ist, und man nicht jeden mit einer Hauptauffangstange versehen will, so reicht es auch hin, Ausläufer auf ihnen anzubringen, wie die umstehende Fig. 151 ohne nähere Beschreibung erläutern wird. Die Verbindung der oberen Hauptschiene mit den Ausläufern der Giebel würde zweckmäßig gleich durch dieselben Stangen a a zu bewerkstelligen sein, an deren Enden sich die Ausläufer befinden.

Ganz auf ähnliche Art, wie hier an einem Wohnhause erläutert ist, würde man bei größeren Gebäuden, Kirchen, Schlössern u. dgl. zu

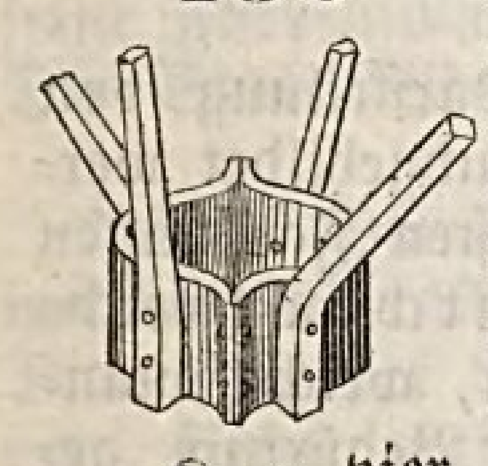
151



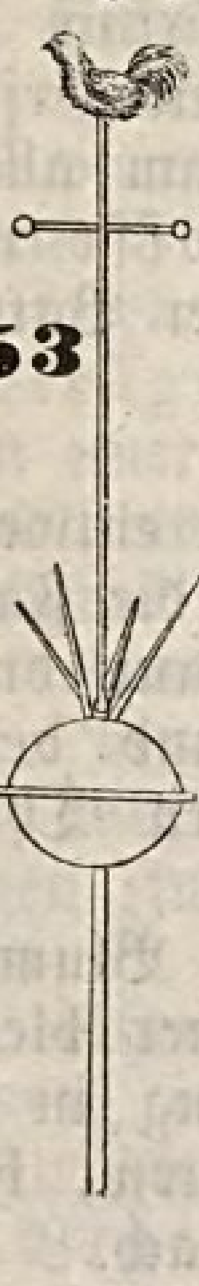
Werke gehen, indem man jeden stark vorspringenden Theil je nach seiner Größe und Höhe mit einem Ausläufer oder einer kleinen Auffangstange zu versehen hätte.

Ist ein Gebäude mit Kupfer oder sonst einem Metall gedeckt, so sind Auffangstangen ganz überflüssig, dagegen ist es unerläßlich, die metallene Bedachung durch einen oder mehrere Ableiter mit dem Erdboden in Verbindung zu setzen. Dieselbe Bemerkung gilt für Thürme, wenn sie, wie so häufig der Fall, mit Kupfer gedeckt sind, und zwar hier um so mehr, als der Thurm selbst seiner in eine Spitze auslaufenden Gestalt wegen eine Auffangstange im Großen darstellt. Um jedoch allen Befürchtungen vorzubeugen, kann auch eine Thurmspitze mit Auffangstange versehen werden, wozu sich die Stange der Windfahne sehr gut eignet, wenn man sie über der Windfahne hervorstehen und in eine vergoldete Spitze auslaufen läßt. An das untere Ende der Stange wird dann, falls der Thurm nicht mit Metall gedeckt sein sollte, der kupferne Ableiter geschraubt und zur Erde geführt. Sollte an einem bereits fertigen Thurme, an dessen Helmstange nicht füglich eine Verlängerung über der Windfahne anzubringen wäre, ein Blitzableiter angebracht werden, so kann dieß beispielsweise in der Art geschehen, daß man gleich über dem Thurmknopf vier schräg aufwärts gerichtete vergoldete Auffangspitzen anbringt. Zu ihrer Befestigung dient ein aus zwei Hälften bestehender kupferner Ring Fig. 152, dessen Hälften je zwei angenietete Auffangstangen enthalten; er wird um die Stange gelegt und man zieht die Hälften durch kupferne Schrauben fest zusammen. Der Ableiter kann entweder an dem kupfernen Ringe, oder auch leichter und mit vollkommen hinreichender Sicherheit an die Stange angeschraubt werden. Fig. 153 zeigt eine mit vier Auffangstangen armirte Thurmspitze.

152



153



Von größter Wichtigkeit, und ganz unerläßlich, sind die Blitzableiter auf Pulvermagazinen. Zwar würde nach der oben gegebenen Anleitung auch hier verfahren werden können, da aber jede andere Rücksicht, insbesondere auch die Anforderungen der Schönheit hier den Sicherheitsmaßregeln gegenüber gänzlich in den Hintergrund tritt, so ist zu rathen, die Auffangstangen von dem Gebäude gänzlich zu trennen, und sie auf hohen Stangen in geringer Entfernung um das Gebäude herum anzubringen. Diese Stangen, deren vier oder sechs, je nach der Größe des Magazins, aufgerichtet werden, und denen durch schräg gestellte Stützen die nöthige Festigkeit zu geben ist, müssen das Magazin an Höhe bedeutend überragen, und werden am oberen Ende mit einer eisernen Auffangstange von der oben in Fig. 147 gegebenen Einrichtung versehen, von welcher sodann entweder ein kupferner Ableiter oder eine eiserne Schiene, durch Annageln befestigt, bis zur

feuchten Erde herab geführt wird. Dem Magazin selbst gibt man keine Auffangstangen, versieht es aber mit recht vielen Ableitern, um sämmtliche vorspringende Kanten und Ecken mit der Erde in vollständig leitende Verbindung zu bringen.

Blumen (künstliche) werden in der Regel als Gegenstand des Schmucks, nur ausnahmsweise als Hülfsmittel des botanischen Unterrichts verfertigt. Während in diesem letzteren Falle die getreueste Nachbildung natürlicher Blumen unerläßlich, und hierzu die Mitwirkung eines gründlichen Pflanzenkenners nothwendig ist, überläßt sich die fabrikmäßig betriebene Darstellung der Schmuckblumen — von welcher hier allein die Rede sein soll — mehr oder weniger der Phantasie, und erzeugt neben solchen Blumen, zu welchen die Natur Originale liefert, auch viele andere, die in Form und Farbe ihres Gleichen in der lebenden Pflanzenwelt nicht haben. In Italien scheint die Verfertigung künstlicher Blumen am frühesten vervollkommnet worden zu sein; doch ist gegenwärtig besonders Frankreich (namentlich Paris) darin ausgezeichnet.

Blumen aus schönfarbigen Vogelfedern sind wahrscheinlich die ersten gewesen, auf welche das Nachahmungstalent des Menschen verfiel; noch jetzt machen die wilden Völker wärmerer Erdstriche (z. B. Südamerikas) dergleichen Blumen von theilweise großer Schönheit, wozu ihre Umgebung ihnen das Material in höherem Maße darbietet, während in kälteren Gegenden die Federn künstlich gefärbt werden müssen, und sowohl deßhalb, als auch weil andere noch angemessenere Materialien zu Gebote stehen, Federblumen ziemlich selten vorkommen.

Die Blumen, welche man aus Stroh verfertigt, sind den natürlichen in den Formen mehr oder weniger unvollkommen ähnlich, und ahmen die Farben derselben gar nicht nach. Ebenso macht man aus Chenille weniger eigentliche Blumen als blumenartige Verzierungen, mit welchen auch nicht der Schein einer Täuschung beabsichtigt werden kann. Ungefähr dasselbe gilt von den Blumen aus Gold, Silber, emaillirtem Tombak, Porzellan u. dgl. m.

Die Natur der Sache verlangt, daß der Stoff zur Darstellung von Blumen, welche den lebendigen mehr oder minder treu nachgebildet werden sollen, in dünnen Blättchen von den mannichfaltigsten Färbungen zu erhalten sei. In Italien wendet man die Kokonhäutchen (welche nach dem Abhaspeln der Seidenkokons übrig bleiben) an, welche mannichfaltig gefärbt werden. Dünne, gebleichte, dann nach Bedürfniß gefärbte Blättchen von Fischbein hat man in Frankreich mit Erfolg versucht, eben so getrocknete und gefärbte Fischblase. Die am allgemeinsten gebräuchlichen Materialien sind aber gewebte Stoffe und Papier; von Ersteren namentlich leinener und baumwollener Battist, Perkal, Musselin, Tafft, Atlas, seidener Flor und Sammt.

Die Hauptarbeiten der Blumenfabrikation sind folgende:

1. Die Zubereitung der Stoffe. Man kauft dieselben entweder schon in den erforderlichen Farben gefärbt an, oder gibt ihnen die Farbe durch Anstreichen mit dem Pinsel, den etwa nöthigen Glanz durch Ueberziehen mit Gummiwasser. Farbige Punkte, Striche und dergl. werden durch Bemalen erst nach Anfertigung der einzelnen Theile angebracht.

2. Das Ausschlagen der Blätter, Blumenblätter und Blumenkelche mittelst scharfschneidiger stählerner Ausschlageisen auf einer bleiernen Unterlage. Um mehr Mannichfaltigkeit und Abwechslung in die Formen zu bringen, und hierdurch der Natur näher zu treten, hilft man hin und wieder durch Zurechtschneiden mit der Scheere nach.

3. Das Gaufriren, d. h. die Hervorbringung von Adern und Rippen in den grünen Blättern (durch Pressen zwischen metallenen Stempeln), sowie die Krümmung und Wölbung der Blumenblätter (durch Bearbeitung mit erwärmten eisernen Werkzeugen). In letzterer Beziehung ganz besonders kann sich die Geschicklichkeit der Arbeiterinnen offenbaren, wenn sie den Charakter der lebenden Blumen aufzufassen und treu wiederzugeben verstehen.

4. Die Verfertigung gewisser Nebentheile, als der Knospen aus feinem weißem, gehörig bemaltem Handschuhleder, aus Tafft oder Atlas &c. ausgestopft mit gezupfter Seide, Baumwolle oder dgl.; der Staubfäden aus mit Leim steif gemachten Fäden von roher Seide, an welche Körnchen von gefärbtem Weizengries angeklebt werden.

5. Die Anfertigung der Stiele und Stengel, welche aus dünnem geglühtem Eisendraht gemacht, mit Baumwolle umhüllt und mit Seide oder mit grünem Papier bewickelt werden.

6. Die Zusammenfügung der Bestandtheile, theils durch Kleben mit Kleister oder Gummi, theils durch Binden oder Umwickeln mit feinem geglühtem Eisendrahte.

Die täuschendste Nachahmung lebender Blumen ist bei Anfertigung der Wachsblumen zu erreichen, welche aber auch die kostbarsten und vergänglichsten aller künstlichen Blumen sind. Man gebraucht dazu reines weißes Wachs, welchem zur Verminderung der Sprödigkeit etwas klarer Terpentbin oder Mohnöl zugesetzt wird; die höchst fein gepulverten Farbstoffe rührt man in das geschmolzene Wachs ein. Die Bildung der einzelnen Blumenblätter geschieht mittelst angemessen gestalteten Stücke Holz oder Gyps, welche man naß in das flüssige Wachs taucht, so daß dieses in einer dünnen schalenartigen Schicht sich daransetzt; durch Beschneiden und durch Drücken mit Bossirgriffeln wird nöthigenfalls nachgeholfen. Große Blätter werden aus dünnen Wachsplatten ausgeschnitten. Das Bemalen mit dem Pinsel ist sehr oft nöthig, um feine Farbenschattirungen, Flecken, Strichelchen oder Punkte anzubringen. Die Stiele bildet man aus Draht, der mit Wachs überzogen wird.

Blut. Die in den Adern der Wirbelthiere zirkulirende Flüssigkeit, welche bei allen warmlütigen Thieren von zweierlei Art vorkommt. Das Blut der Arterien oder Pulsadern, d. h. derjenigen Adern, die es vom Herzen aufnehmen, um es durch den Körper zu vertheilen, ist hellroth, jenes der Venen dagegen, in denen es zum Herzen zurückkehrt, dunkelpurpurfarbig.

Das Blut, so wie es in den Adern zirkulirt, besteht in einer klaren, fast farblosen Flüssigkeit, in welcher sehr kleine rothe Körperchen, die Blutkügelchen, aufgeschwemmt sind, und so dem Ganzen das Ansehen einer rothen trüben Flüssigkeit ertheilen. Das spez. Gewicht ist = 1,0527 bis 1,0570 bei 16° C. Es hat einen salzigen, etwas widerlichen Geschmack und einen eigenthümlichen, bei verschiedenen Temperaturen verschiedenen Geruch.

So lange es in den Adern zirkulirt, ist es ganz flüssig, es geht aber, kurz nachdem es aus der Ader gelassen wurde, in einen gallertartigen Zustand über. Läßt man diese geronnene Masse eine Zeit lang stehen, so sondert sie sich in zwei Theile, den einen, der sich in Form einer rothen, dick gallertartigen Masse zusammenzieht, und den man Blutkuchen, cruor, crassamentum sanguinis nennt, und einen anderen Theil, der in Form einer klaren, gelblichen Flüssigkeit den Blutkuchen bedeckt, das Blutwasser, serum sanguinis.

Wenn das warme Blut, sowie es aus der Ader kommt, mit einem Stäbchen oder einem Reisbesen stark gerührt wird, so gerinnt der in dem Blute enthaltene Faserstoff in Gestalt langer Fasern, die sich an das Stäbchen anhängen, wobei das Blut im Uebrigen sein Ansehen nicht ändert, aber doch in so fern eine wesentliche Aenderung erleidet, als es nun beim Stehen nicht mehr gerinnt. Der Faserstoff des Blutes nämlich befindet sich, so lange dasselbe im lebenden Körper zirkulirt, in Auflösung, geht aber, sobald das Blut den Körper verläßt, aus einer noch nicht vollständig aufgeklärten Ursache, in den geronnenen Zustand über. Läßt man während dieser Ausscheidung das Blut völlig in Ruhe, so bewirkt der gerinnende Faserstoff in Verbindung mit den Blutkügelchen die Entstehung des Blutkuchens; wird dagegen gerührt, so bleiben die Butkügelchen in dem Blutwasser suspendirt, und allein der Faserstoff scheidet sich in der erwähnten Gestalt aus.

Der rothe Farbstoff des Blutes, Hämatosin, ist also allein in den Blutkügelchen enthalten und besonders durch einen sehr bedeutenden Eisengehalt, der nach Mulder unveränderlich 9 Prozent (des Farbstoffes) beträgt, merkwürdig. Um die Blutkügelchen von dem übrigen Blute vollständig getrennt zu erhalten, gibt Lecanu das Mittel an, das auslaufende Venenblut eines Menschen, Rindes oder Schafes unmittelbar in einer bei 12° gesättigten Auflösung von schwefelsaurem Natron aufzufangen und die Mischung sodann durch Papier zu filtriren. Es läuft eine fast farblose Flüssigkeit hindurch, während allein die Blutkügelchen auf dem Filtrum zurückbleiben und dann noch wiederholt mit gesättigter Lösung von schwefelsaurem Natron ausgewaschen werden. Uebergießt man nachher die so getrennten Blutkügelchen mit reinem Wasser, so lösen sie sich darin fast augenblicklich zu einer rothen filtrirbaren Flüssigkeit auf. Sie bestehen nach Lecanu aus Extraktivstoff, Fetten, Salzen und Albumin (Eiweißstoff), welche mit denen des Serums ganz übereinstimmen, ferner Globulin, einem dem Albumin sehr nahe verwandten, nur in einzelnen Eigenschaften, z. B. der Löslichkeit in siedendem Alkohol von 20 Prozent, sich von ihm unterscheidenden Stoff; sodann einer dem Fibrin nahe verwandten Materie; Farbstoff, dessen Gewicht etwa 1/50 von dem der Blutkügelchen beträgt, und Wasser.

Das Blutwasser, in welchem die Kügelchen schwimmen, besteht vorzugsweise in einer wässerigen Lösung von Albumin und Fibrin, nebst kleinen Mengen extraktiver Stoffe, Fett und Salzen.

Simon fand in 1000 Theilen gesunden Venenbluts des Menschen:

Wasser	798,656
Globulin	100,890
Albumin	77,613
Blutroth	5,237
Fibrin	2,208
Fett	2,713
Extraktivstoff und Salze	9,950
Verlust	2,733
	1000,000.

Das Blut findet einige technische Anwendungen, besonders zum Klären des Zuckers, wozu indessen nicht jedes Blut angewendet werden kann. Blut von erwachsenen Rindern ist das hierzu allgemein gebräuchliche. Es wird der zu klärenden Flüssigkeit bei einer Temperatur zugesetzt, bei welcher es noch nicht gerinnt, worauf dann die Wärme bis nahe zum Kochen gesteigert wird. Das hierbei in Flocken gerinnende Blut schließt alle in der Flüssigkeit mechanisch suspendirt enthaltenen

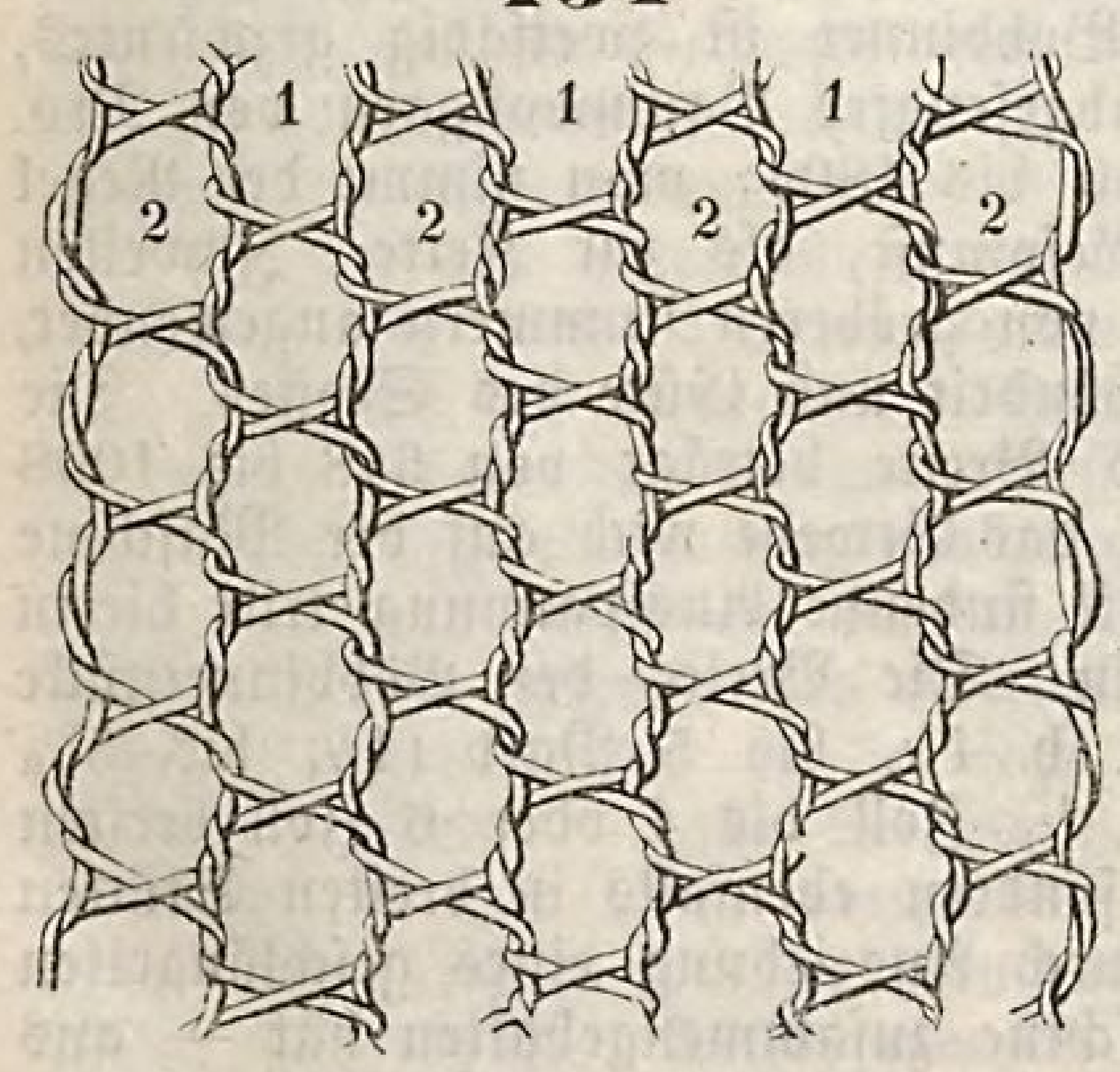
Substanzen ein, so daß nach Entfernung des Gerinnsels die Flüssigkeit klar zurückbleibt. Man kann Blut bei einer Temperatur von 55 bis 60° C unbeschadet seiner Auflöslicheit im Wasser eintrocknen, wo es dann, ohne zu faulen, aufbewahrt und transportirt werden kann. Man hat sich dieses Mittels bedient, um die Kolonien mit dem nöthigen Blut zum Klären des Zuckerrohrsaftes zu versehen. Nach einer neueren Erfindung wird die Abdampfung des Blutes mittelst des in den Zuckerraffinerien gebräuchlichen Vacuum-Apparates im luftleeren Raume vorgenommen, in welchem die Abdampfung schnell, und ohne daß die Temperatur bis zum Gerinnen des Blutes stiege, von Statten geht. Wollte man es in einem solchen Apparate ganz zur Trockne bringen, so müßte freilich derselbe eine abgeänderte Einrichtung erhalten.

Fernere Anwendungen des Blutes sind die zu verschiedenen Kitten, ferner in Verbindung mit Kalk zu einer ordinären grünlichgrauen Anstreichfarbe; zur Bereitung von Blutlaugensalz und Berlinerblau und anderen, untergeordneten, Zwecken. Es liefert endlich einen ungemein wirksamen Dünger.

Blutlaugensalz. S. Berlinerblau.

Bobbinnet oder englischer Tüll, eine Art gewirkten Fabrikats, welches als Putz- und Kleiderstoff allgemein bekannt und verbreitet ist. Dieses zarte und zierliche Gewebe stellt eine Nachbildung des geklöppelten Spitzengrundes dar, hat alle Festigkeit und Regelmäßigkeit desselben, übertrifft ihn aber durch die mittelst Maschinen fabrikmäßig ausgeführte Erzeugung außerordentlich an Wohlfeilheit. Die Fäden, woraus der Bobbinnet besteht, bilden durch ihre Verschlingung regelmäßige sechseckige Löcher oder Maschen, von welchen zwei einander gegenüber stehende Seiten, nämlich die obere und untere in der Richtung der Breite des Stückes, also rechtwinklig gegen die Leisten oder Kanten desselben, laufen. Fig. 154, welche eine vergrößerte Abbildung des Gewebes ist, macht diesen Umstand anschaulich und zeigt zugleich, daß der Bobbinnet durch die Vereinigung dreier Systeme oder Abtheilungen von Fäden gebildet wird. Die Fäden der ersten Abtheilung laufen in geschlängelten Linien von oben nach unten, d. h. in der Längenrichtung des Stückes; jene der zweiten Abtheilung gehen schräg von der Linken gegen die Rechte, jene der dritten Abtheilung schräg von der Rechten gegen die Linke. Die beiden Abtheilungen schräg laufender Fäden umschlingen die Längenfäden und kreuzen sich mit einander in den Zwischenräumen zwischen je zwei der letzteren. Um den Bobbinnet mit einem gewöhnlichen Gewebe zu vergleichen, ist zu sagen, daß die Längenfäden das bilden, was man die Kette nennt, wogegen die schräg gehenden Fäden als der Eintrag anzusehen sind.

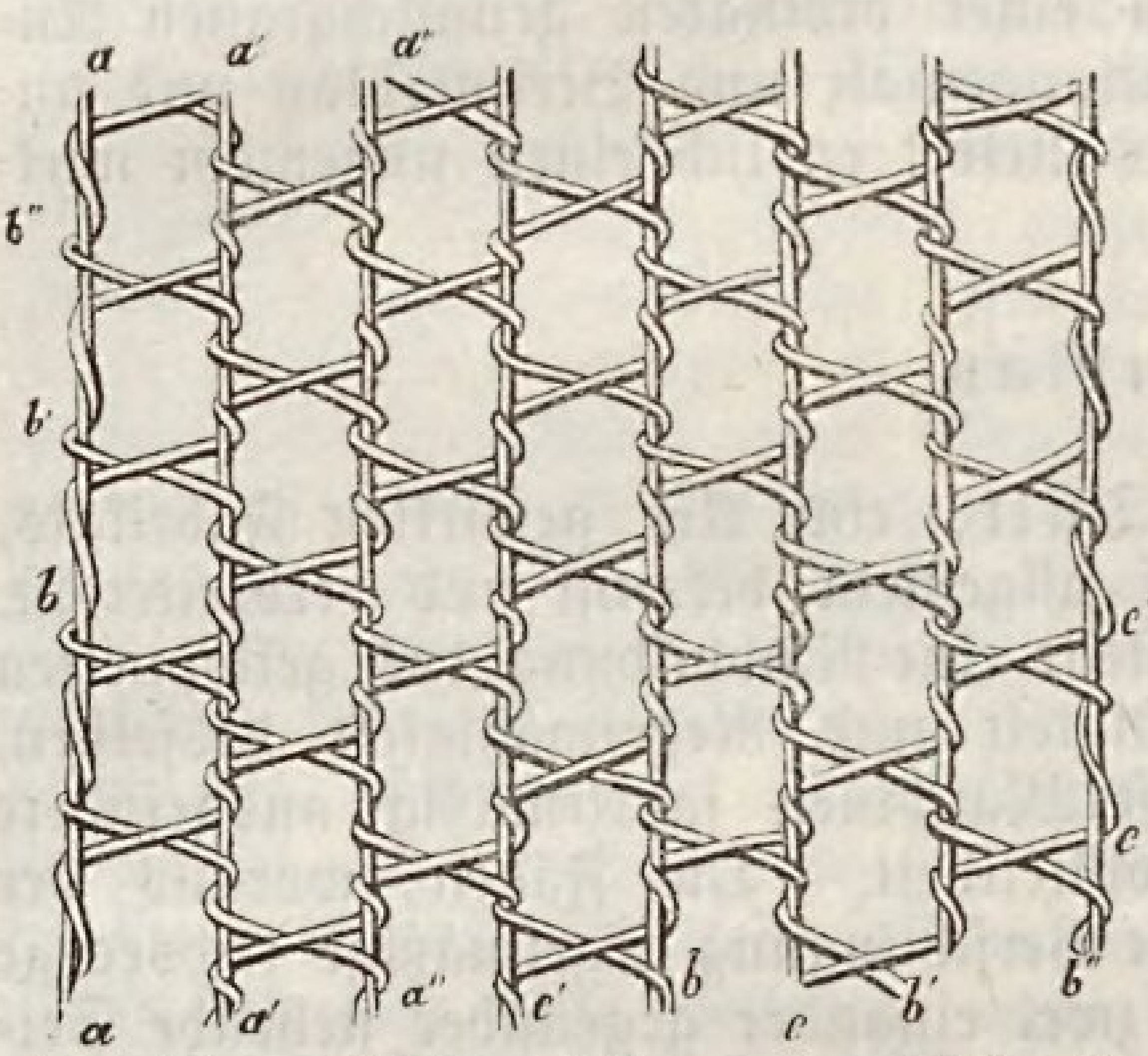
154



Die Kettenfäden sind in der Bobbinnet-Maschine senkrecht neben einander zwischen zwei horizontalen Walzen oder Bäumen aufgespannt, jedoch so, daß nur ein geringer Theil ihrer Länge wirklich aufgespannt ist, und das Uebrige auf einem der beiden Bäume (dem obern oder un-

tern) aufgewickelt sich befindet. In dem Maße, wie das Weben fortschreitet, rollt der andere Baum den erzeugten Stoff um sich auf, indeß der Kettenbaum die Kette allmälig von sich läßt; wonach die Bildung der Maschen stets an derselben Stelle — in einer quer über die Kette laufenden Linie — Statt findet. Es geht aus dem Gesagten hervor, daß die Kettenfäden, welche ursprünglich gerade sind, ihre schlangenartige oder wellenförmige Krümmung erst durch das Weben empfangen. Dieses geschieht durch die Anspannung der nach entgegengesetzten Seiten schräg laufenden Eintragfäden, welche jeden einzelnen Kettenfaden, indem sie ihn umschlingen, abwechselnd ein wenig rechts und ein wenig links ziehen. Wären die Kettenfäden völlig straff und unbiegsam, mithin unfähig, die in Rede stehende Krümmung anzunehmen, so würde das Gewebe die Beschaffenheit erhalten, welche Fig. 155 darstellt. Hier sind a a, a′ a′, a″ a″ u. s. w. die Kettenfäden. Die eine Hälfte der Eintragfäden geht in der Richtung b b, b′ b′, b″ b″; die andere Hälfte in der Richtung c c, c′ c′. Man bemerkt aber, daß jeder Eintragfaden, nachdem er auf seinem schrägen Laufe den letzten oder äußersten Faden der Kette erreicht hat, diesen zwei Mal umschlingt, und sodann in entgegengesetzter schräger Richtung zurückkehrt bis an den letzten Kettenfaden der andern Seite, wo er wieder umkehrt. In der That macht also jeder Eintragfaden ein Zickzack, dessen Winkel in den Randlinien des Stückes liegen, und die Abtheilung des Einschusses, welche jetzt die linkslaufende ist, wird nachher die rechtslaufende, so wie umgekehrt.

155



Das gewöhnliche Material zum Bobbinnet ist zweifädig gezwirntes, vorläufig durch Gasflammen glatt abgesengtes Baumwollgarn von Nro. 100 bis 300 (am meisten Nro. 150 bis 180); man nimmt der Regel nach zum Einschuß etwas feineres Gespinnst, als zur Kette. Zuweilen wird stark gedrehtes einfaches Garn von gröberen Nummern angewendet, wiewohl nicht zum Vortheil der Schönheit und Güte des Stoffes. Die Anzahl der Kettenfäden in 1 Yard Breite beträgt von 648 bis 1008 (18 bis 28 auf 1 engl. Zoll), wenn das Gewebe noch auf der Maschine ist; durch die bei der Appretur Statt findende Ausspannung tritt hierin mehr oder weniger Veränderung ein. Die Breite der Bobbinnetstücke steigt von 6 bis zu 20 Viertel, d. h. 1½ bis 5 Yard (1¾ bis 5⅞ Wiener Ellen). Die schmalen, von ¼ Zoll bis 4 oder 6 Zoll breiten Besatzstreifen werden nicht einzeln, sondern ebenfalls in breiten Stücken vereinigt gewebt, und nachher — durch Ausziehung eines geschlängelten Kettenfadens, der sie auf der Maschine zusammengehalten hat — aus einander getrennt.

Die Einrichtung der Bobbinnetmaschinen ist in einem Grade komplizirt, wie jene gar keiner andern technischen Maschine; die Beschränktheit des Raumes gestattet uns daher nur, eine allgemeine, das Wesentlichste umfassende Erklärung derselben hier aufzunehmen. Leser, die sich ausführlicher unterrichten wollen, verweisen wir auf die einzige vorhandene gründliche und vollkommene Arbeit über diesen Gegenstand, nämlich des Herrn Prof. Schneider Artikel „Bobbinnet-Maschinen" in Hülsse's allgemeiner Maschinen-Encyklopädie, Bd. II. Leipzig 1844.

156

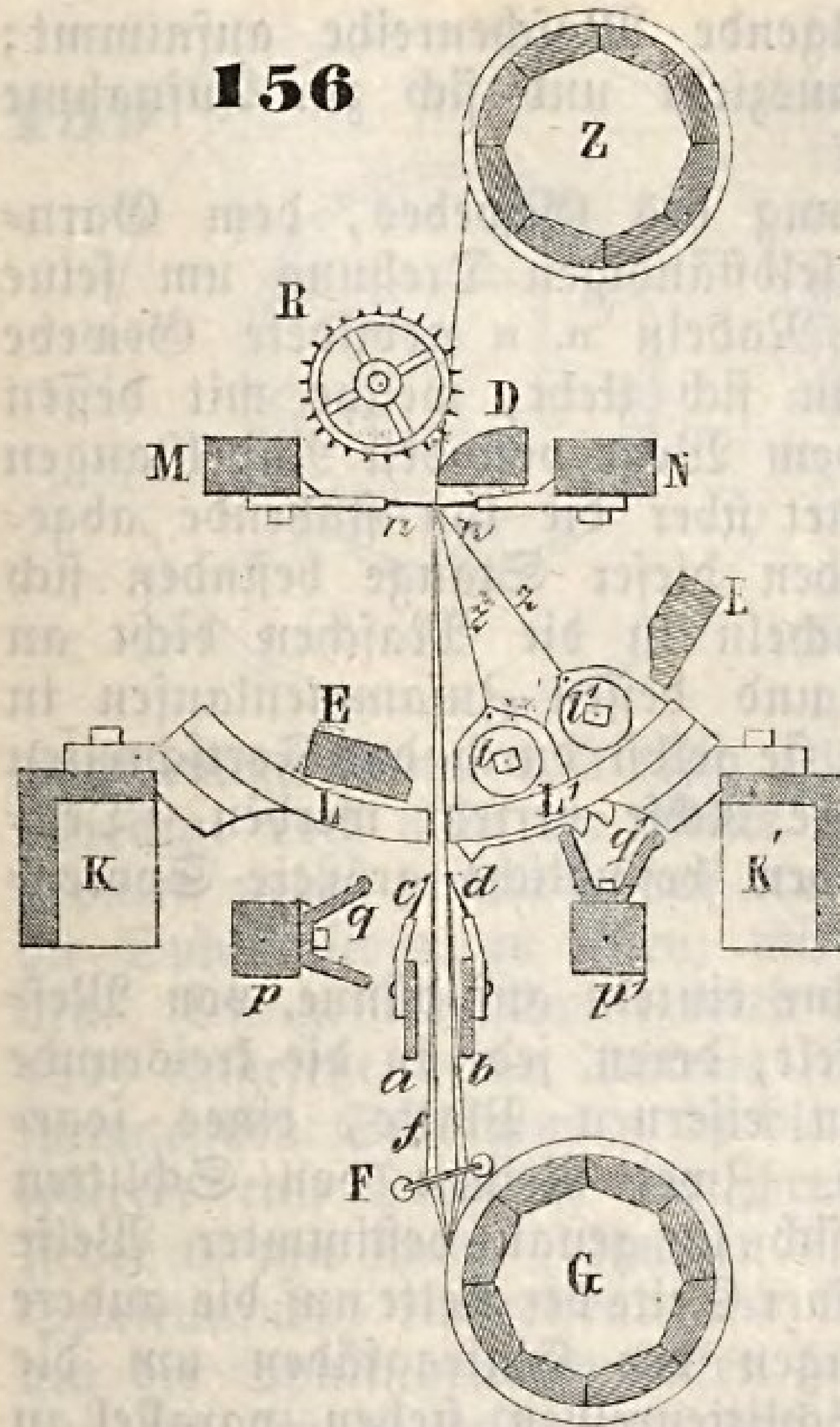


Fig. 156 zeigt die arbeitenden Haupttheile einer Bobbinnetmaschine im senkrechten Durchschnitte unter Weglassung des Gestells und der Betriebsmechanismen. G ist der Garn- oder Kettenbaum mit den um ihn aufgerollten Kettenfäden. Er liegt mit Zapfen an seinen Enden in Lagern, und kann sich umdrehen, wie das allmälige Abrollen der Kette dieß erfordert; doch wird durch eine eigene Reibungsvorrichtung dieser Drehung ein solcher Widerstand entgegengesetzt, daß die Kettenfäden f stets gehörig gespannt bleiben. Diese Fäden ordnen sich unmittelbar am Garnbaume in vier Reihen, welche dadurch abgetheilt und in Ordnung gehalten werden, daß man sie einzeln durch vier Reihen kleiner Löcher in einem Messingbleche F zieht. So vierfach getheilt, geht die Kette vertikal aufwärts zwischen zwei parallel und nahe neben einander liegenden Eisenstangen a, b (Fadenführerstangen) hindurch, um sich oberhalb derselben in zwei Reihen Fäden zu vereinigen, indem je zwei der ursprünglichen vier Reihen nach strenger Ordnung in eine Reihe zu Häkchen oder Oehsen gebogener Stahldrähte, Fadenführer, eingezogen sind. Diese beiden an den Stangen a, b befestigten Reihen von Fadenführern sind durch c, d ausgedrückt. Beide Führerstangen können kleine schiebende Bewegungen in der Richtung ihrer Länge empfangen, wodurch die davon abhängigen Kettenfäden seitwärts (horizontal und ohne ihre Ebene zu verlassen), um ein Geringes aus ihrer Stelle gerückt werden, wenn der Gang des Webens dieß erfordert. Die Fadenführer c, d trennen die gesammte Kette Faden um Faden in zwei gleiche, einander gegenüber stehende Theile; nur erst weiter oben, wo die Bildung des Gewebes Statt findet, vereinigen sich beide Hälften, kommen in Eine Ebene zu stehen und werden durch die sich kreuzenden Einschußfäden umschlungen. Da jede Hälfte die ganze Breite des fertigen Stoffes einnimmt, so stehen die benachbarten Fäden doppelt so weit von einander ab, als sie im Gewebe erscheinen; hierdurch wird es möglich, die nachher zu erwähnenden Eintragspulen, welche zwischen den Kettenfäden hin und her durchgehen müssen, dicker zu machen, als es der Fall sein könnte, wenn sämmtliche Fäden in Einer Ebene — also doppelt so nahe bei einander — sich befänden.

M und N sind zwei horizontale eiserne Nadelstangen, jede mit einer Reihe stählerner, in herumgegossenen Bleistücken festsitzender Nadeln n, n besetzt. Diese, von der Dicke starker Nähnadeln, treten mit ihren Spitzen in die Zwischenräume der Kettenfäden ein, wonach also jede Stange so viel Nadeln enthält, als die halbe Kette Fäden zählt, und die Nadeln der einen Stange zwischen jenen der anderen Stange Platz finden.

Die Bildung der Maschen erfolgt um diese Nadeln, und geht in horizontaler Linie durch die ganze Breite der Kette gleichzeitig vor sich. Zur Erzeugung einer Maschenreihe ist immer nur Eine Nadelstange nöthig: beide wechseln in diesem Geschäfte derartig ab, daß eine die fertige Maschenreihe (d. h. die betreffenden Kreuzungen der Eintragfäden)

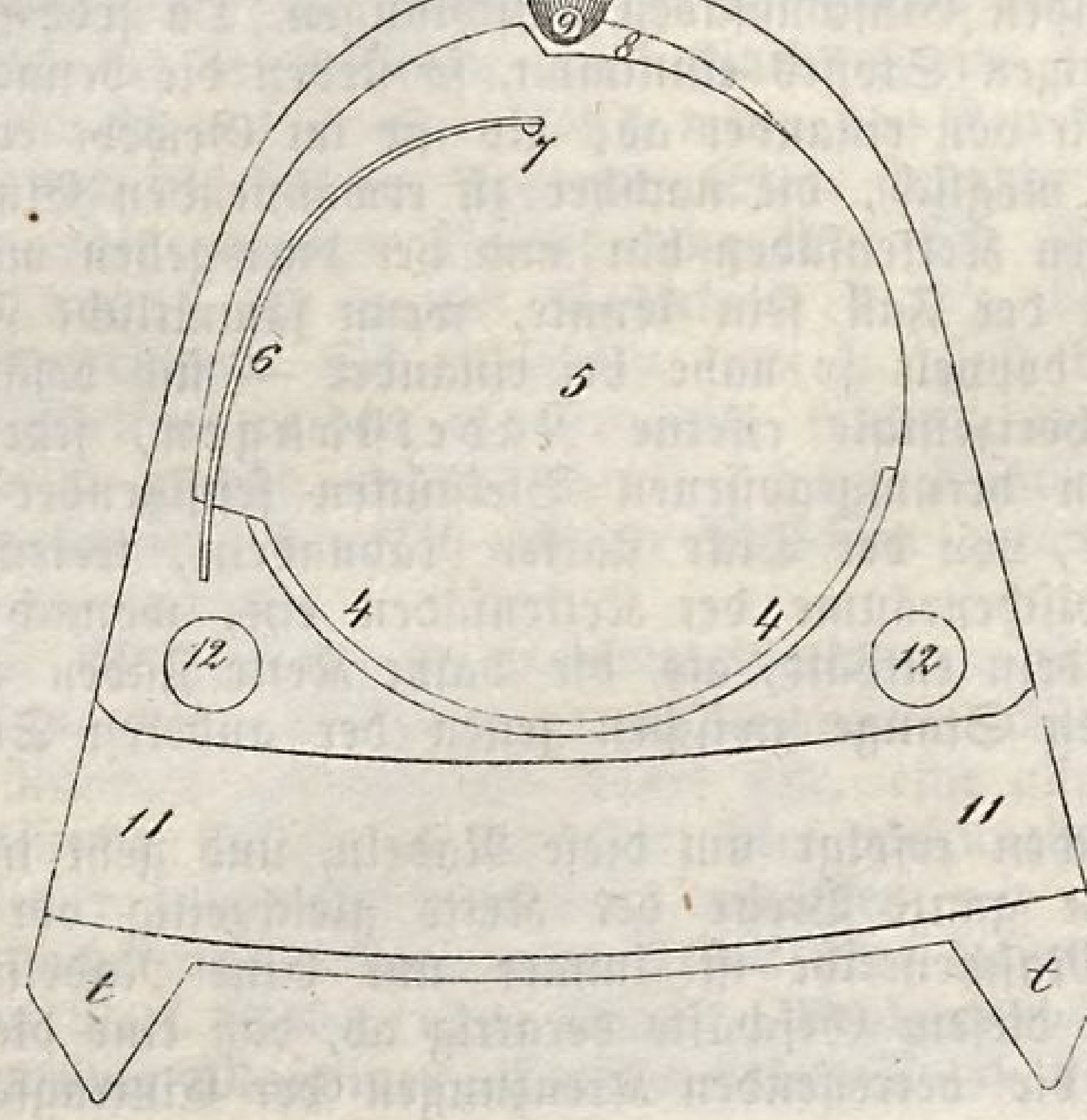
hält, während die andere die nächstfolgende Maschenreihe aufnimmt; dann Erstere sich aus den Maschen herauszieht und sich zur Aufnahme einer dritten Reihe anschickt, u. s. f.

Z ist der **Zeugbaum** zur Aufwickelung des Gewebes, dem Garnbaume ganz ähnlich, aber mit einer selbständigen Drehung um seine Achse begabt, wodurch er das an den Nadeln n, n gebildete Gewebe genau mit derjenigen Geschwindigkeit an sich zieht, welche mit dessen Entstehung gleichen Schritt hält. Auf dem Wege von den Nadelstangen nach dem Zeugbaume geht der Bobbinet über die ihn stützende abgerundete Eisenstange D. An beiden Enden dieser Stange befinden sich Sporenrädchen, deren Spitzen oder Stacheln in die Maschen dicht an den Rändern des Gewebes einstechen, und dessen Zusammenlaufen in der Breitenrichtung verhindern, während sie selbst durch das Fortschreiten des Gewebes in eine Drehung um ihre Achse versetzt werden. Denselben Zweck haben zwei etwas weiter oben befindliche größere Sporenräder wie R.

Die Eintragfäden sind in der Maschine einzeln auf dünne, von Messingblech verfertigte Spulen l, l′, gewickelt, deren jede in die kreisrunde Oeffnung einer eigenthümlich geformten eisernen Platte, eines sogenannten **Schlittens**, eingesetzt wird. Zwei Reihen von Schlitten (und Spulen) sind vorhanden, welche sich in genau bestimmter Weise zwischen den Kettenfäden hindurch, von einer Seite der Kette auf die andere bewegen müssen, um das Herumschlingen der Eintragfäden um die Kettenfäden zu bewerkstelligen. Die Schlittenreihen stehen parallel zu der Breite der Kette, und — in verschiedenen Zeitpunkten der Maschenbildung — entweder beide Reihen vor der Kette, oder beide Reihen hinter derselben, oder eine vorn und die andere hinten. Damit nun die Schlitten mit den Spulen diese verschiedenen Stellungen einnehmen, und aus einer in die andere versetzt werden können, sind sie auf eigenthümlichen bogenförmigen Bahnen — **Riegeln**, L, L′ — schiebbar. Jede der zwei Reihen von Riegeln als Ganzes wird ein **Kamm** genannt.

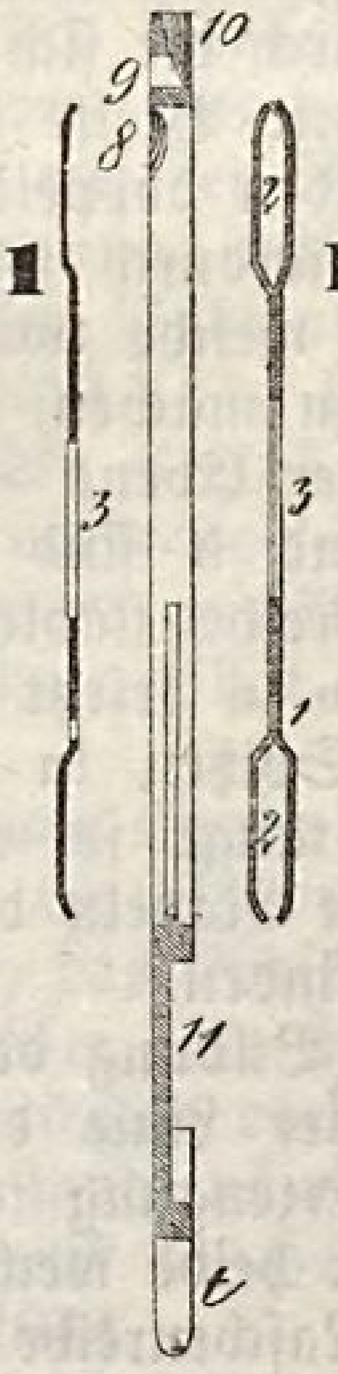
Die Beschaffenheit der vorerwähnten wichtigen Bestandtheile wird durch die Figur 157 bis 161 in wirklicher Größe und 162 bis 165 (in

157

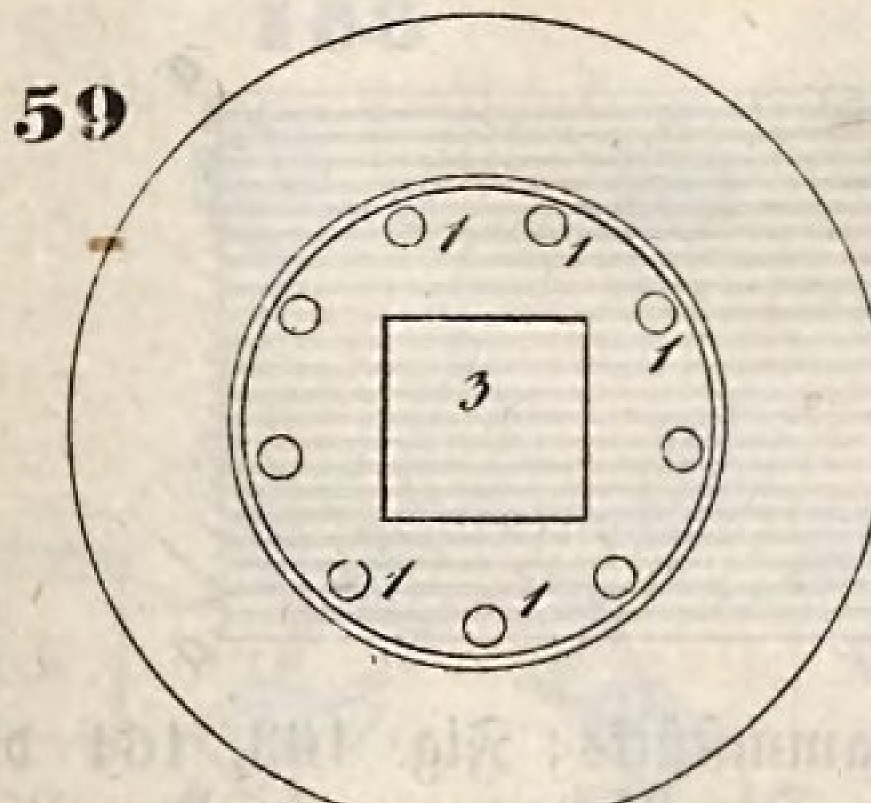


158

161 **160**



159

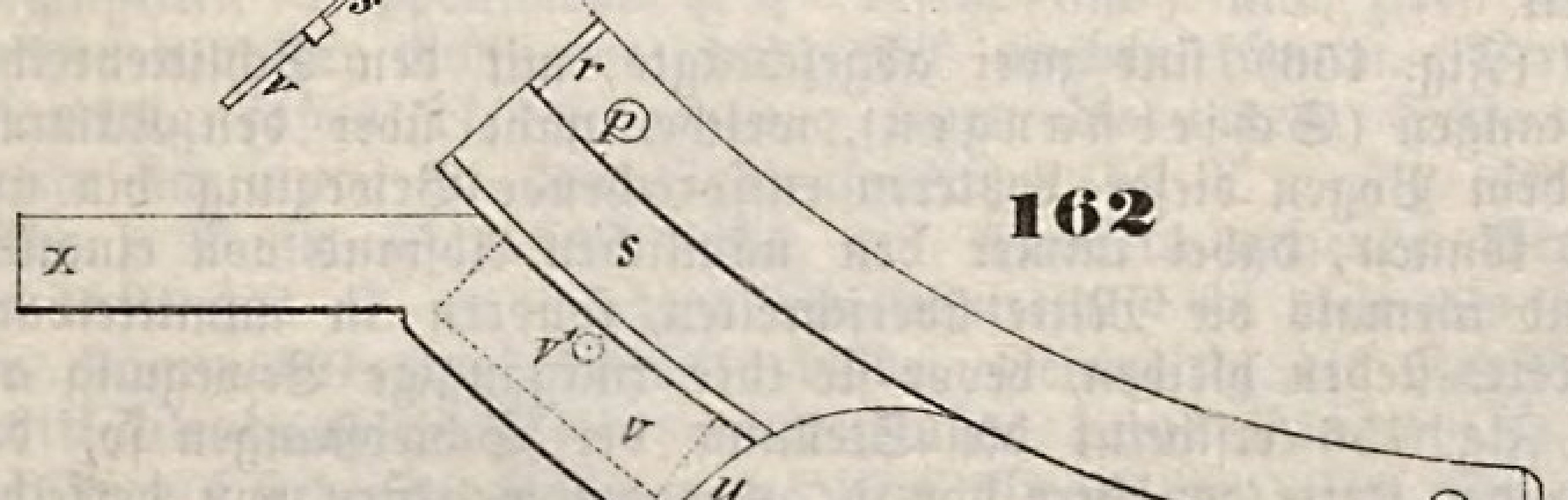


halber Größe) näher erläutert. Figur 157 ist die Flächenansicht eines Schlittens ohne seine Spule; Fig. 158 ein senkrechter Durchschnitt durch die Mitte desselben; Fig. 159 die Flächenansicht der Spule, Fig. 160 ein Durchschnitt derselben. Die Spule besteht aus zwei flach tellerartig gestalteten dünnen Messingblechscheiben wie Fig. 161, welche mit ihren mittleren Theilen an einander gelegt und durch Niete 1, 1, 1 fest verbunden sind. Der alsdann zwischen den Rändern bleibende ringförmige Raum 2, 2 (Fig. 160) nimmt die Fadenwindungen auf. Das viereckige Loch 3 in der Mitte dient dazu, daß man eine große Anzahl Spulen neben einander auf eine Achse stecken kann, um sie damit in die Spulmaschine zu legen, mittelst welcher die Fäden aufgewickelt werden. Die gefüllte Spule wird in die Oeffnung 5 des Schlittens (Fig. 157) eingesetzt, deren Umkreis fast zur Hälfte mittelst eines daran vorspringenden Stäbchens 4 in die Randfurche der Spule eingreift, so daß letzterer eine Drehung um ihren Mittelpunkt gestattet ist, während die Feder 6, mit ihrem Zähnchen 7, auf einem entgegengesetzten Punkte des Spulenrandes eingreifend und überdieß auf diesen Rand drückend, nicht nur die Spule herauszufallen hindert, sondern auch deren Drehung in einigem Grade erschwert, damit sie den beim Weben sich abziehenden Faden nur mit steter Anspannung hergibt. Uebrigens geht der Faden von der Spule aus in einer flachrunden Ausfurchung oder Rinne 8 nach dem Loche 9, und durch dieses in einer anderen Ausfurchung 10 hinauf. (Sein Lauf von dem Spulenschlitten nach den Nadelstangen ist in Fig. 156 bei z, z zu sehen.) Die bogenförmige Nuth 11 auf der einen Fläche des Schlittens gewährt das Mittel, ihn auf den gleich bogenförmig gestalteten und eben so breiten Riegel des Kammes aufzuschieben, wie sogleich genauer erörtert werden soll. Ganz unten ragen vom Schlitten zwei Ohren t, t hervor, die auf eine später sich ergebende Weise zur Bewegung desselben dienen. Die runden Löcher 12, 12 endlich haben keine Bedeutung für den Gebrauch des Schlittens in der Bobbinnetmaschine; sie sind nur vorhanden, um bei Ausarbeitung der Nuth 11 (in der Drehbank) das Stück zu befestigen.

Jeder der beiden Kämme L, L′ (Fig. 156) ist aus vielen Stücken von je 2 Zoll Breite zusammengesetzt, welche nebeneinander auf den eisernen Kammstangen K, K′ des Maschinengestells angeschraubt sind. An jedem solchen Kammstücke sind die messingenen Riegel (bogenförmige Bahnen für die Spulenschlitten) und die bleierne Fassung zu unterscheiden, welche 18 bis 28 Riegel zu einem Ganzen vereinigt. Fig. 162 ist der

163

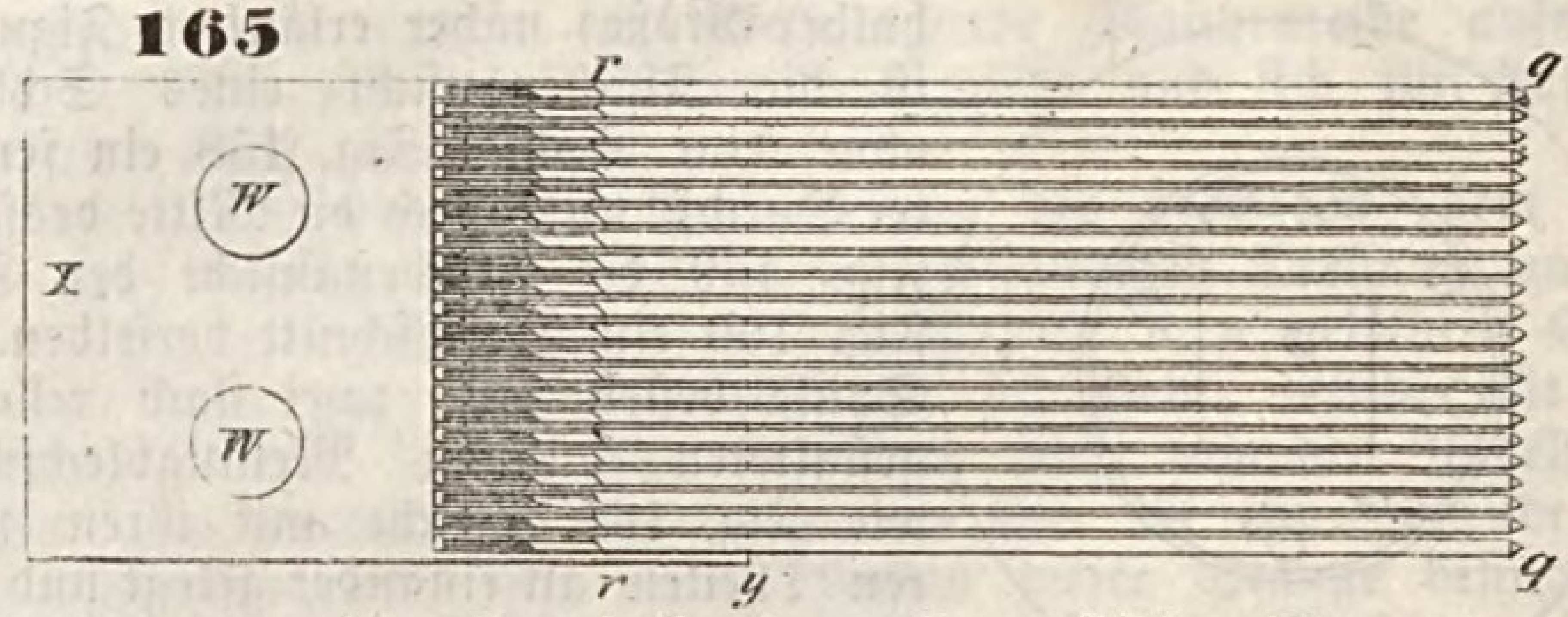
162



164



165



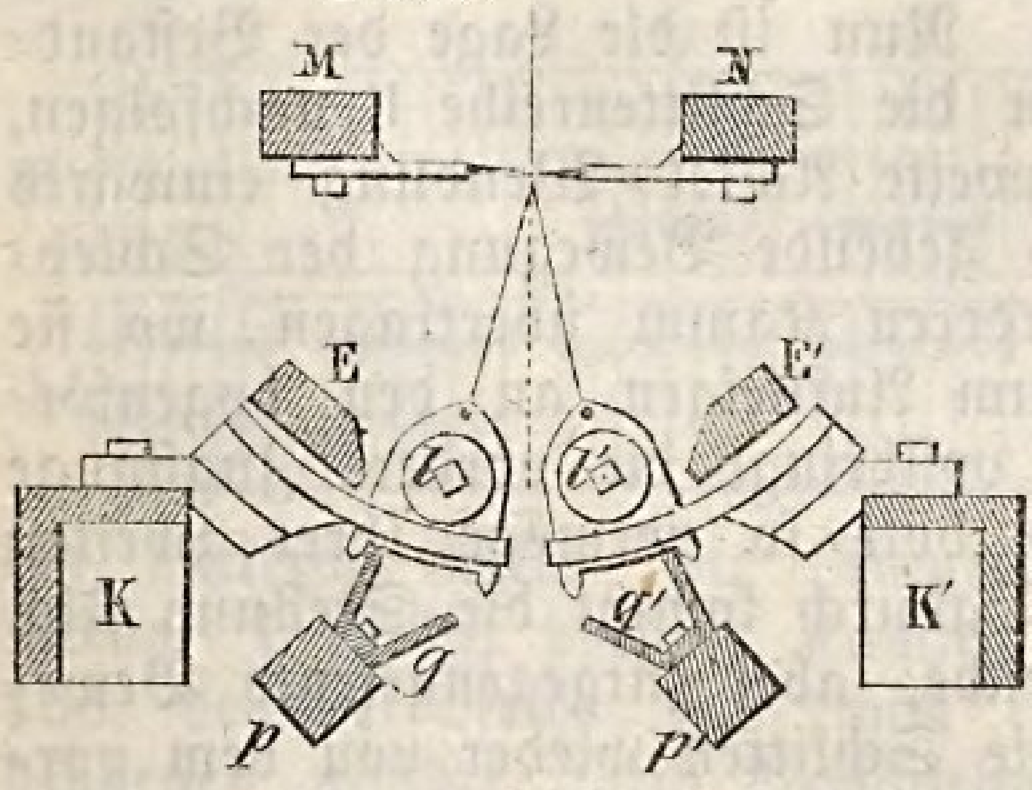
Aufriß, Fig. 165 der Grundriß eines Kammstücks; Fig. 163, 164 die zwei Endansichten eines einzelnen Riegels. Die Löcher p, p in den Riegeln sind nur vorhanden, um Letztere neben einander auf zwei Stifte zu schieben, damit sie beim Herumgießen der Bleimasse x y in der gehörigen Lage gehalten werden. Zur Befestigung in dem Bleie dient der mit einem Loche v′ versehene Lappen v. Der dicke Bogen r q kommt in die Nuth 11 des Schlittens (Fig. 157, 158) zu liegen, der vertiefte Raum s gestattet die freie Bewegung der Schlittenohren t, t. Die Riegelenden q sind von allen Seiten abgeschrägt, damit die hier eintretenden Schlitten niemals anstoßen, vielmehr leicht den Weg in die Zwischenräume finden. W, W (Fig. 165) sind Löcher für die Befestigungsschrauben des Kammstückes.

In der Maschine (Fig. 156) stehen die beiden Kämme L, L′ einander so nahe, daß zwischen ihnen nur eben die Kettenfäden den nöthigen Spielraum finden. Wenn daher Schlitten von dem einen Kamme auf den andern (zwischen den Kettenfäden hindurch) herüber geschoben werden, so stecken sie immer schon fast ganz in dem neuen Kamme, bevor sie den alten gänzlich verlassen; ihrer sichern Stellung und Haltung setzt sich mithin kein Hinderniß entgegen. Kreisbogenförmig sind die Kämme, damit der Abstand der Schlitten von den Nadeln n, n stets gleich groß, und folglich der Faden immer gleichmäßig angespannt bleibt. Die schwingende oder schaukelnde Bewegung der Schlitten auf ihren Bogenbahnen geht nicht ununterbrochen vor sich, sondern in kurzen Absätzen, von einigen Augenblicken Ruhe begleitet. Die Ruhepausen treten jedes Mal ein, wenn die Schlittenreihen von einer oder der anderen Seite her durch die Kette gegangen sind und völlig auf dem Kamme stehen. Während dieser Zeit, wo also keine Schlitten zwischen den Kettenfäden stehen, geschieht die schon oben erwähnte seitliche Verschiebung dieser Letzteren mittelst der Fadenführer c, d, bald nach links, bald nach rechts in bestimmter Ordnung. Kehren nach einer solchen Verschiebung die Schlitten wieder zurück auf den Kamm, von welchem sie vor der Verschiebung hergekommen sind, so umschlingen ihre Fäden die Kettenfäden in der erforderlichen Weise.

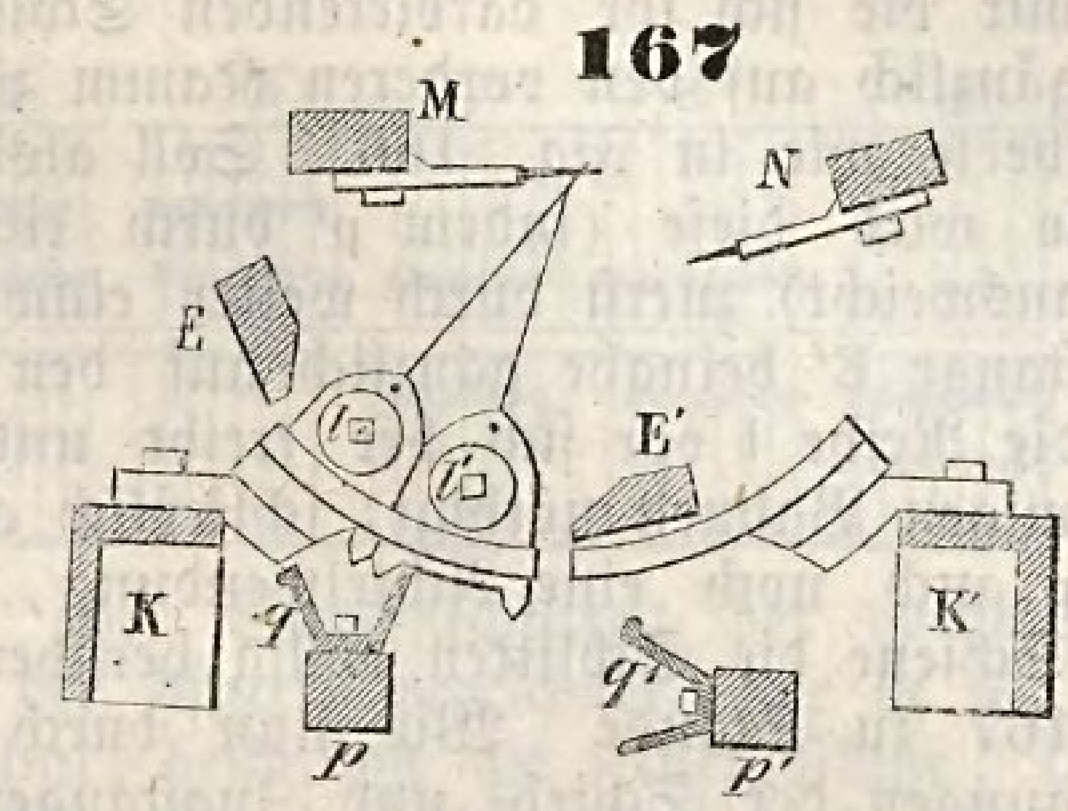
Die eben besprochene Schaukelbewegung der Schlitten, d. h. ihr Uebergang von einem Kamme auf den anderen, wird durch folgende Mittel erzielt.

E und E′ (Fig. 156) sind zwei abgeschrägte, mit den Schlittenreihen parallele Stangen (Schiebstangen), welche, nahe über den Kämmen L, L′, eine dem Bogen dieser Letzteren entsprechende Bewegung hin und her machen können, dabei immer den nämlichen Abstand von einander behalten, und niemals die Mitte überschreiten, sondern in unmittelbarer Nähe der Kette stehen bleiben, bevor sie ihre rückgängige Bewegung antreten. In Fig. 156 erscheint die Stellung der Schiebstangen so, daß E sich völlig der Kette genähert hat, E′ aber am weitesten von derselben entfernt ist; Figur 167 zeigt die entgegengesetzte Lage, und Figur 166

166



167



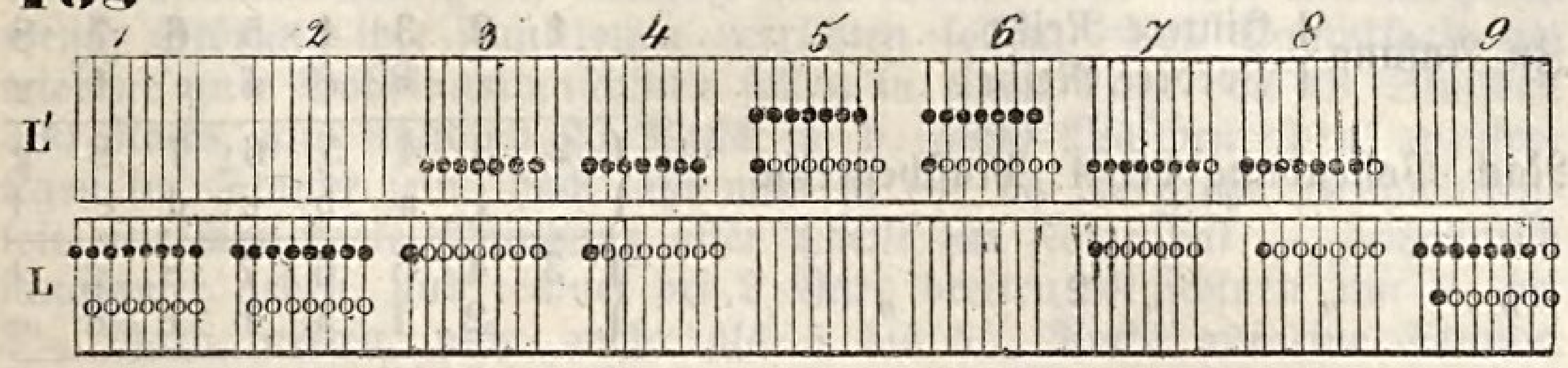
einen mittleren Zustand, worin beide Stangen gleich weit von der Kette abstehen; dieß sind die drei Stellungen, in welchen die Schiebstangen periodisch für eine kleine Weile verharren. (Fig. 167 gibt zugleich an N die Lage einer Nadelstange zu erkennen, wenn diese sich aus den Maschen des Gewebes herausgezogen hat, um bei ihrer nachherigen Wiederkehr in die alte Lage eine andere Maschenreihe zu fassen und zu halten.) Es ist nun ohne Weiteres klar, daß durch die Bewegung der Schiebstangen der Uebertritt der Spulenschlitten l, l′ von einem der Kämme L, L′ auf den anderen eingeleitet wird. Geht man z. B. von dem in Fig. 156 dargestellten Zustande aus, wo beide Reihen Schlitten auf dem hinteren (vom Arbeiter am weitesten entfernten) Kamme L′ stehen, so erkennt man leicht, wie vermöge einwärtsgehender Bewegung von E′ zunächst die Schlitten l′ fortgeschoben, von diesen aber die Schlitten l getrieben und durch die Zwischenräume der Kettenfäden auf den Kamm L hinüber gebracht werden, während sich die l′ nahe an die Kette stellen. Befinden sich zufolge dieses Vorganges die Schlitten wie in Figur 166 auf den zwei Kämmen vertheilt, und geht nun die Stange E′ noch weiter einwärts, so schiebt sie auch die zweite Reihe l′ nach, und es geht der Zustand hervor, welchen Figur 167 zu erkennen gibt. Eben so werden die Schlitten von dem vorderen Kamme wieder auf den hinteren übertragen, wenn umgekehrt die Schiebstange E sich der Kette nähert, und E′ sich davon entfernt. In allen diesen Fällen jedoch kann, wegen der im Wege stehenden Kettenfäden, der Transport einer Schlittenreihe von einem Kamm auf den anderen nicht durch die Schiebstangen ganz zu Ende geführt werden. Es muß daher ein anderer Mechanismus vorhanden sein, welcher die schon fast gänzlich durch die Kette hindurch geschobenen Schlitten auf der entgegengesetzten Seite der Kette faßt und völlig hindurchzieht. Damit wird gleichsam das Verfahren nachgeahmt, welches die Hand beim Nähen befolgt, indem sie die Nadel von der einen Seite des Tuches einsticht, und dann auf der anderen Seite herauszieht. Der unmittelbar auf die Schlitten wirkende Theil jenes Mechanismus besteht aus den zwei eisernen Zugstangen p, p′, welche unterhalb der Kämme angebracht, mit einer messingenen Doppelschiene q, q′ besetzt sind, und zwei Achtel-Wendungen um ihre Achse vor und zurück machen können. Vermöge dieser Wendung fassen die Schienen q gegen die innere Seite der Ohren, welche sich unten an den Spulenschlitten (bei t, t, Fig. 157) befinden. Wäre z. B. in Fig. 156 durch die einwärts gehende Bewegung der Schiebstangen E′ die vordere Schlittenreihe l so weit als möglich auf den Kamm L hervorgeschoben (wobei gleichzeitig die Zugstange p′ eine Achtel-Wendung einwärts machen mußte, damit ihre vor den Ohren der Schlitten l stehende Schiene aus dem Wege ging); so folgt unmittelbar eine Achtel-Wendung auswärts an der Zugstange p, deren Schiene so-

mit die sich ihr darbietenden Schlittenohren faßt, und die Schlitten l gänzlich auf den vorderen Kamm zieht. Nun ist die Lage der Bestandtheile wie in Fig. 166. Soll alsdann die Schlittenreihe l′ nachfolgen, so wird diese (indem p′ durch eine zweite Achtel-Wendung einwärts ausweicht) zuerst durch weiter einwärts gehende Bewegung der Schiebstange E′ beinahe gänzlich auf den vorderen Kamm übertragen, wo sie die Reihe l vor sich her treibt und zum Aufsteigen an den bogenförmigen Bahnen nöthigt; schließlich aber vollbringt die vordere Zugstange p auch noch eine Achtelwendung, und holt so vermöge ihrer zweiten Schiene die Schlitten völlig herüber. Dadurch kommt die Stellung Fig. 167 zu Stande. Wie nun durch gleiche, aber entgegengesetzte Bewegungen der Schieb- und Zugstangen die Schlitten wieder von dem vorderen Kamme auf den hinteren zurückgebracht werden, bedarf keiner Erklärung. Es muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß bei jeder der drei festen Stellungen, welche durch Fig. 156, 166, 167 ausgedrückt werden, die Schienen q, q′ der Zugstangen p, p′ auch den wesentlichen Dienst leisten, die Spulenschlitten an dem Herabgleiten längs der bogenförmigen Bahnen zu hindern, so daß dieselben nicht von ihrem eigenen Gewichte zwischen die Kettenfäden hineingetrieben werden können, wo sie die Arbeit ganz und gar stören würden.

Wie schon oben bemerkt, entsteht durch seitliche Verschiebung der Kettenfäden, verbunden mit dem Uebergange der Spulenschlitten von einem Kamme auf den andern, die Herumschlingung der Eintrag- oder Spulenfäden um die Kettenfäden. Zur Bildung des Gewebes ist aber auch nöthig, daß die Schlitten ihren Ort in Bezug zu den Kettenfäden regelmäßig ändern, um den schrägen (diagonalen) Lauf der Spulenfäden, dabei auch deren Kreuzung zu erzeugen. Die hintere Kammstange K′ mit ihrem Kamme L′ liegt ganz unbeweglich, die vordere K hingegen sammt dem an ihr befestigten Kamme L macht in gewissen Zeitpunkten des Webens eine kleine schiebende Bewegung in der eigenen Längenrichtung, d. h. quer gegen die Kettenfäden und quer gegen die Lage der Kammzähne oder Riegel. Die Größe dieser Schiebung ist gleich einem Zahnabstande, so daß jeder Schlitten des verschobenen Kammes nach der Verschiebung dem nächstfolgenden Zahnzwischenraume des andern Kammes gegenüber steht. Hierdurch kommt es, daß wenn nachher die Schlitten wieder auf den festliegenden Kamm zurückkehren, dieß nicht mehr auf den alten Platz geschieht, sondern sie sämmtlich in Bezug auf dessen Zähne um Eine Stelle weiter gerückt sind. Vermöge einer zweckmäßigen Anwendung dieses Mittels erhalten beide Schlittenreihen eine schrittweise fortrückende Bewegung, die eine Reihe nach der rechten, die andere nach der linken Seite. Die von den Spulen sich allmälig herabziehenden Kettenfäden nehmen also einen gleichen Weg, wobei sie sich miteinander kreuzen, die Kettenfäden umschlingen, und auf diese Weise die Maschen oder Löcher des Stoffes erzeugen. Die Verbindung des horizontalen Fortschreitens der Spulenschlitten mit dem vertikalen Fortschreiten des Gewebes (durch dessen stetige Aufwickelung auf den Zeugbaum Z) erzeugt den schrägen oder diagonalen Lauf der Spulenfäden.

Jener Austausch oder jenes schrittweise Fortrücken der Schlitten mit ihren Spulen, welcher der am schwierigsten zu erklärende Vorgang bei der Arbeit der Bobbinnetmaschine ist, wird verständlich werden, wenn man die Fig. 168 sorgfältig studirt, welche als ein skizzirter Grundriß angesehen werden muß, und worin unter Nr. 1 bis 9 eben so viele auf einander folgende Stellungen der Kämme und Spulenschlitten figürlich ausgedrückt sind. Es bedeuten nämlich die einfachen senkrechten Linien die Zähne oder Riegel der Kämme, die schwarzen Punkte Spulenschlitten

168



der hinteren Reihe, die Ringelchen aber Spulenschlitten der vordern Reihe. L ist der vordere Kamm, L′ der hintere bezeichnet, wie in Fig. 156. Letzterer bleibt, wie schon erwähnt, beständig an seinem Platze; L hingegen nimmt durch Verschiebung hin oder her diejenigen veränderten Stellungen ein, welche man an dem Zusammentreffen oder Nichtzusammentreffen der äußersten senkrechten Linien erkennt. An einem Ende der Maschine muß jederzeit ein einzelner Schlitten sein; die übrigen stehen durchgehends paarweise, entweder beisammen auf demselben Kamme oder einander gegenüber auf beiden Kämmen. Die Gesammtzahl der Schlitten (deren in der Figur nur 15 angenommen sind) ist nämlich ungerade.

Nr. 1 stellt die Schlitten vor, wie sie sich sämmtlich auf dem vordern Kamme L befinden, und der einzelne am linken Ende steht. Es wird nun zuerst der Kamm L nach links verschoben (Nr. 2), dann die hintere Schlittenreihe auf den Kamm L′ hinübergezogen (Nr. 3), wobei der einzelne Schlitten auf L zurückbleibt, weil die Schiebstange ihn nicht erreicht und auch kein anderer auf demselben Zahne des Kammes ist, der ihn vor sich hertreiben könnte. Nun wird der Kamm L rechts verschoben (Nr. 4), und auch die zweite Reihe Schlitten auf L′ hinübergeschafft (Nr. 5). Ein einzelner Schlitten steht jetzt am rechten Ende. Zunächst folgt Verschiebung des Kammes L nach links (Nr. 6); dann Hinüberschiebung der vordern Schlittenreihe auf eben diesen Kamm, woran jedoch der einzelne Schlitten nicht Theil nimmt (Nr. 7); ferner Verschiebung von L nach rechts (Nr. 8); endlich Transport der zweiten Schlittenreihe auch auf den vordern Kamm L (Nr. 9). Im Ganzen betrachtet, gleicht die nunmehrige Anordnung genau der unter Nr. 1; allein kein einziger Schlitten ist mehr auf seinem anfänglichen Platze: die der hintern Reihe (Punkte) sind sämmtlich um Einen Kammzahn weiter links gerückt, mit Ausnahme desjenigen, welcher zuerst am linken Ende stand, jetzt zu der vordern Reihe übergetreten und um Eine Stelle weiter rechts gegangen ist; die Schlitten der vordern Reihe (Ringelchen) finden sich alle um Einen Platz weiter rechts versetzt, ausgenommen derjenige, welcher Anfangs der äußerste am rechten Ende war, nun aber in die hintere Reihe aufgenommen erscheint.

Bezeichnet man etwa die anfängliche Stellung (Nr. 1) mit Zahlen und Buchstaben, wie folgt:

Hintere Reihe	1	2	3	4	5	6	7	8
Vordere Reihe		a	b	c	d	e	f	g

so ist die jetzige (Nr. 9) diese:

Hintere Reihe	2	3	4	5	6	7	8	g
Vordere Reihe		1	a	b	c	d	e	f

Die erste Maschenreihe (bestehend z. B. aus den Löchern 1, 1, 1, ... Fig. 154) ist damit gebildet. Während der Erzeugung der zweiten Maschenreihe (2, 2, 2, 2, ...) findet dasselbe Fortrücken um Eine Stelle (in der hintern Schlittenreihe nach links, in der vordern nach rechts) wieder Statt, und so bei jeder folgenden. Es ergeben sich hiernach successive folgende Anordnungen der Spulenschlitten:

Zu Anfang	Hintere Reihe	1	2	3	4	5	6	7	8
	Vordere Reihe		a	b	c	d	e	f	g
Nach Vollendung der 1. Maschenreihe . .		2	3	4	5	6	7	8	g
			1	a	b	c	d	e	f
" " " 2. " . .		3	4	5	6	7	8	g	f
			2	1	a	b	c	d	e
" " " 3. " . .		4	5	6	7	8	g	f	e
			3	2	1	a	b	c	d
" " " 4. " . .		5	6	7	8	g	f	e	d
			4	3	2	1	a	b	c
" " " 5. " . .		6	7	8	g	f	e	d	c
			5	4	3	2	1	a	b
" " " 6. " . .		7	8	g	f	e	d	c	b
			6	5	4	3	2	1	a
" " " 7. " . .		8	g	f	e	d	c	b	a
			7	6	5	4	3	2	1
" " " 8. " . .		g	f	e	d	c	b	a	1
			8	7	6	5	4	3	2
" " " 9. " . .		f	e	d	c	b	a	1	2
			g	8	7	6	5	4	3
" " " 10. " . .		e	d	c	b	a	1	2	3
			f	g	8	7	6	5	4
" " " 11. " . .		d	c	b	a	1	2	3	4
			e	f	g	8	7	6	5
" " " 12. " . .		c	b	a	1	2	3	4	5
			d	e	f	g	8	7	6
" " " 13. " . .		b	a	1	2	3	4	5	6
			c	d	e	f	g	8	7
" " " 14. " . .		a	1	2	3	4	5	6	7
			b	c	d	e	f	g	8
" " " 15. " . .		1	2	3	4	5	6	7	8
			a	b	c	d	e	f	g

Nach 15 Maschenreihen ist also in diesem Beispiele die anfängliche Stellung der Schlitten wiedergekehrt. Dieß findet überhaupt nach so vielen Maschenreihen Statt, als Spulenschlitten vorhanden sind, weil jeder von diesen den Kreislauf durch eben so viele Plätze macht, und bei jeder Maschenreihe um Einen Platz fortrückt.

Ein Rack heißt in der Sprache der Bobbinnetfabriken eine gewisse Länge des Stoffes, welche 240 Querreihen Maschen oder Löcher enthält. Richtig gearbeiteter Bobbinnet hat Löcher, die etwas mehr lang als breit sind, wobei Länge und Breite übereinstimmend mit Länge und Breite des Stückes zu verstehen sind. Die Feinheit des Gewebes wird nach der Anzahl von Spulenschlitten auf 1 englischen Zoll der Kämme bemessen, und man benennt danach die Maschinen 9, 10 bis 14 Points-Maschinen. Eine 12 Points-Maschine enthält in jedem der beiden Kämme 12 Schlitten auf 1 Zoll, also in der Kette auf 1 Zoll Breite 24 Kettenfäden, und arbeitet, wenn der Stoff 5 Yards oder 180 Zoll breit ist, mit 4319 Spulen. Hiernach allein schon kann man sich einen Begriff von der Sorgfalt machen, welche bei Anfertigung und Beaufsichtigung

der Maschinen nöthig ist, wenn so viele Theile ohne oder mit möglichst wenig Störung ihre Funktionen verrichten sollen. Von Dampfkraft getriebene gute Bobbinnetmaschinen sollen in einem Tage von 18 Stunden 360 Racks, also stündlich 20 Racks, d. h. 4800 Maschenreihen anzufertigen im Stande sein; doch läßt man sie — da die große Geschwindigkeit eine sehr starke Abnutzung aller Theile zur Folge hat — gewöhnlich langsamer gehen, und rechnet bei 2 Yard breiten Maschinen nur 8, bei 3½ Yard breiten nicht mehr als 5 bis 5½ Racks auf eine Stunde. Durchschnittlich betragen 6 Racks 1 Yard Stofflänge. Nimmt man beispielweise 7½ Racks stündlich an, so kommen, selbst wenn man von der Arbeitszeit die unvermeidlichen kleinen Unterbrechungen nicht abrechnet, doch 30 Reihen von Maschen (jede über die ganze Breite des Stückes reichend) auf 1 Minute. Bei der großen Breite des Stoffes und dieser erstaunlichen Schnelligkeit der Bewegungen wird der so niedrige Preis des Fabrikates erklärbar.

Es gibt mehrere Gattungen von Bobbinnetmaschinen oder Grundsysteme für deren Konstruktion; durch Veränderungen einzelner Theile sind aber sehr zahlreiche Arten entstanden. Die oben in Kürze erklärte Einrichtung ist jene der in England sogenannten Doublelocker-Maschinen (unter „locker" wird das verstanden, was wir „Zugstangen" genannt haben). Besondere Modifikationen erfordern die Streifenmaschinen und die Maschinen zu gemustertem oder Dessin-Bobbinnet.

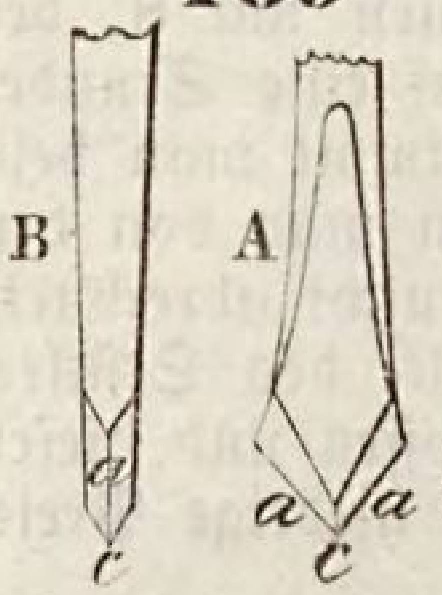
Das erste von Erfolg begleitete Patent auf eine Bobbinnetmaschine erhielt Heathcoat im Jahre 1809. Eine Menge anderer Erfindungen und Verbesserungen in diesem Fache sind seitdem von ihm und Andern gemacht worden, namentlich von Morley, S. Mart und J. Clark, Leaver und Turton ꝛc. Im J. 1817 oder 1818 wendete Heathcoat zuerst drehende Bewegung (wodurch Betreibung mittelst Wasser oder Dampf möglich wurde) bei Bobbinnetmaschinen an, und gründete eine Fabrik nach diesem Plane zu Tiverton, nachdem er und sein Gesellschafter Boden 1816 aus Loughborough durch empörende Gewaltthätigkeit der maschinenzerstörenden Arbeiter vertrieben worden waren.

Bohrer. Die Beschaffenheit und die Gebrauchsweise derjenigen Werkzeuge, mit welchen Löcher in verschiedene Arbeitsmaterialien gebohrt werden, richtet sich theils nach der Natur des Stoffs (Metall, Holz, Stein, Glas ꝛc.), theils nach der Größe der Löcher, theils nach dem Maße der zu Gebote stehenden bewegenden Kraft und sogar in gewissem Grade nach individueller Willkür oder Gewohnheit; es finden dem zufolge so unzählige Verschiedenheiten Statt, daß eine erschöpfende Darstellung des Gegenstandes weder dem Zwecke noch dem Umfange des gegenwärtigen Werks angemessen sein würde. Es muß genügen, die gebräuchlichsten Arten der Bohrwerkzeuge in gedrängter Uebersicht zu betrachten, wobei allein das Bohren durch unmittelbare Handanlegung ins Auge gefaßt wird, und jenes mittelst zusammengesetzterer, meist durch Elementarkraft betriebener Mechanismen dem Artikel Bohrmaschinen anheimgestellt bleibt.

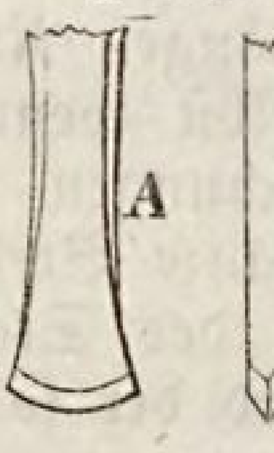
1. Bohrer zum Gebrauch auf Metall. — An jedem vollständigen Bohrgeräthe sind zwei Dinge zu unterscheiden, nämlich das schneidige Instrument selbst (der Bohrer im engeren Sinne des Wortes, oft auch die Bohrspitze genannt), und der zur Umdrehung desselben so wie zur Ausübung des Druckes dienende Apparat. Die Bohrspitzen sind spindelartige, von 1 bis zu etwa 12 Zoll lange Stahlkörper, welche an dem einen Ende mehr oder weniger sich verbreitern und mit schneidigen Zuschärfungen versehen sind, am anderen Ende hingegen mit der

zur Erzeugung der drehenden Bewegung dienenden Vorrichtung verbunden werden. Die gebräuchlichsten Bohrspitzen bieten in ihrer Verbreiterung ungefähr die Gestalt einer Lanzenspitze dar, und enthalten zwei Schneiden, welche entgegengesetzt aber gleichmäßig unter einem Winkel von 45 bis 60 Grad zu der Achse des Schaftes geneigt sind (s. die

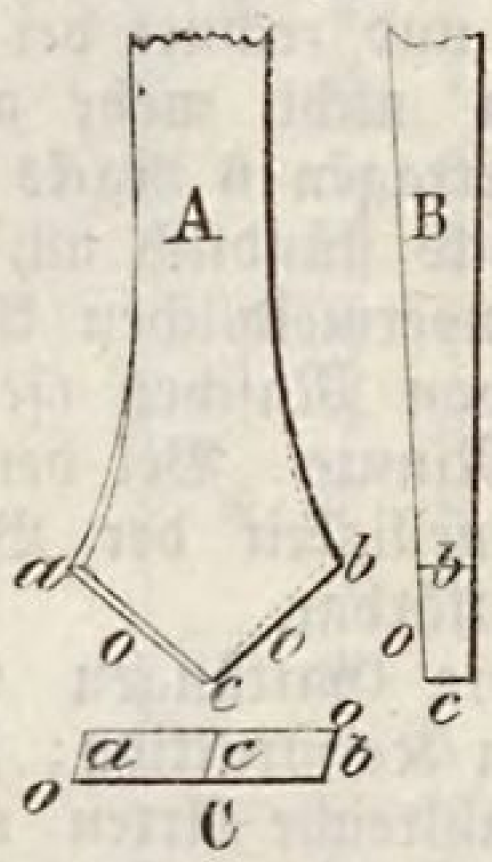
169



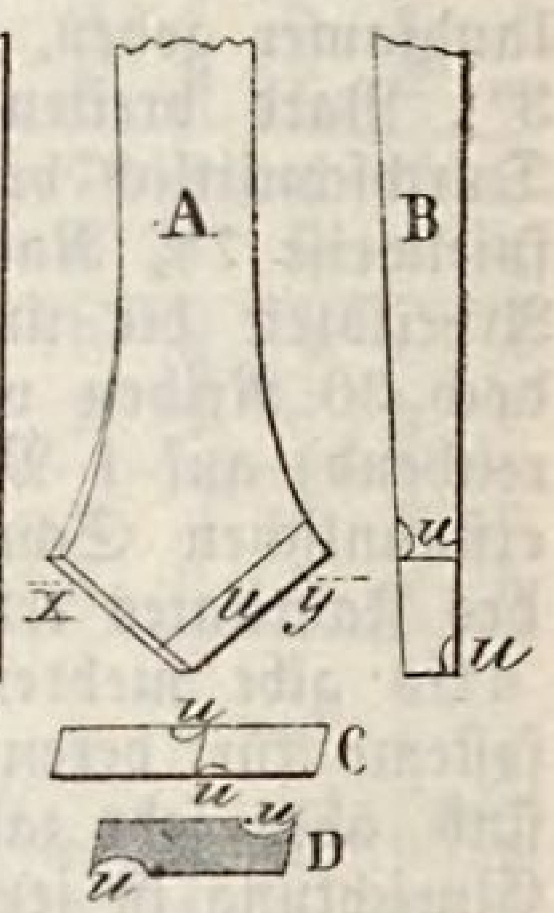
170



171



172



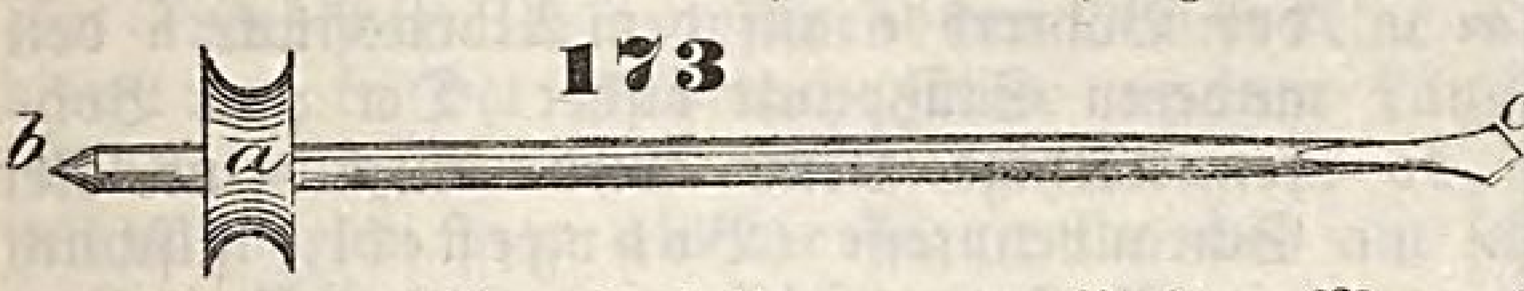
Ansichten A in Fig. 169, 171 und 172.) Nach der Art, wie sie zugeschärft sind, unterscheidet man die Bohrspitzen in zweischneidige und einschneidige. An dem zweischneidigen Bohrer (Fig. 169, A Flächenansicht, B Seitenansicht) entstehen die Schneidkanten a, a, welche in eine Spitze c zusammenlaufen, durch doppelte Zuschärfung, d. h. es ist von jeder Fläche des Werkzeuges aus eine geneigte Facette für jede Schneide angeschliffen, so daß die Schneidkante selbst aus der Mitte der Dicke genommen wird; Bohrer dieser Art schneiden deßhalb wenn sie rechts, und auch wenn sie links herumgedreht werden. Zum Gebrauch auf Gußeisen, Schmiedeisen und Stahl zieht man meist den eben erklärten spitzigen Bohrern die mit bogenförmiger (ebenfalls von beiden Flächen aus durch eine Facette zugeschärfter) Schneide vor, s. Fig. 170 A die Flächen- und B die Seitenansicht; doch muß denselben mit einem spitzigen Bohrer so weit vorgearbeitet werden, daß die bogenförmige Schneide eine trichterartige Vertiefung vorfindet, in welcher sie ihren Weg beim tieferen Eindringen richtig verfolgen kann. Das Charakteristische der einschneidigen Bohrer besteht darin, daß sie nur bei der Drehung rechts herum angreifen, wovon der Grund in ihrer einseitigen Zuschärfung (Anschleifung einer einzigen Facette für jede der zwei Schneidkanten) liegt. Ihre gewöhnlichste Gestalt ist die, welche Fig. 171 angibt, A Flächenansicht, B Seitenansicht, C Endansicht. Die Facetten a c und b c sind mit ihrer Querdimension in einerlei Richtung gegen die breiten Flächen des Bohrers geneigt, daher die eine bei b c auf der Rückseite liegt und in A durch Punktirung angedeutet werden mußte. Die spitzwinkeligen Längenkanten o, o jener Facetten bilden die zwei Hauptschneiden. Nach dem Ende c hin verdünnt sich zwar der Bohrer durch Gegeneinanderlaufen seiner breiten Flächen, jedoch nicht so sehr, daß jenes Ende c eine Spitze würde; vielmehr bleibt hier eine kurze, mit den Facetten parallele Kante, welche eine wirkliche dritte Schneide darstellt (die kleine schräge Linie c in Ansicht C). Fig. 172 stellt einen Bohrer vor, der sich von Fig. 171 nur dadurch unterscheidet, daß jede von dessen zwei breiten Flächen (Ansicht A), der auf der anderen Fläche angeschliffenen Facette gegenüber, durch eine an der Schneidkante hinlaufende Rinne oder Hohlkehle u ausgehöhlt ist. Der Nutzen hiervon ist ein viel rascheres und leichteres Eingreifen der Schneiden, die dagegen aber wegen ihrer geringeren Stärke auch leichter Scharten bekommen. C ist die Endansicht, D ein Durchschnitt nach xy.

Zweischneidige Bohrer (Fig. 169, 170) sind stets klein, selten zu

Löchern von mehr als zwei Linien Durchmesser bestimmt; einschneidige (Fig. 171, 172) kommen zu Löchern unter ein Achtelzoll Durchmesser höchst selten in Anwendung, und haben allgemein den Vorzug einer besseren und schnelleren Arbeitsleistung mit verhältnißmäßig geringerem Kraftbedarf.

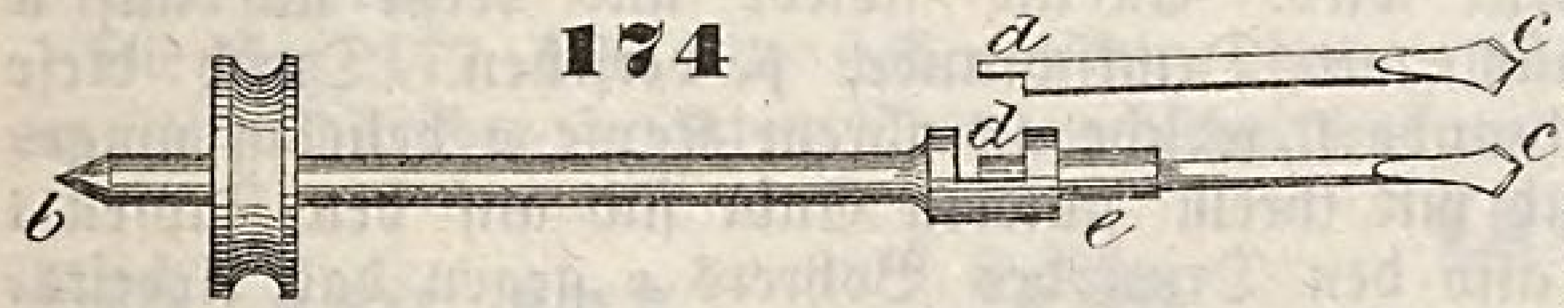
Mit der oben auseinandergesetzten Verschiedenheit dieser zwei Bohrerklassen rücksichtlich ihrer Zuschärfung steht eine wesentliche Verschiedenheit des Bewegungsapparates in natürlichem und nothwendigem Zusammenhange. Dieser Apparat ist bei den zweischneidigen Bohrern zur Hervorbringung einer wechselweisen Drehung in der Art eingerichtet, daß die Bohrspitze abwechselnd in rascher Folge einige Drehungen rechts und einige Drehungen links herum empfängt; bei den einschneidigen hingegen zur Erzeugung kontinuirlicher Drehung rechts herum.

Die zweischneidigen Bohrer gebraucht man meistens mit Hülfe der Bohrrolle. Es wird nämlich eine messingene Rolle a, Fig. 173, auf dem stählernen Bohrer b c befestigt, welcher bei c mit den Schneiden versehen ist, bei b aber in eine konische Zuspitzung ausläuft.



173

Man stützt die Spitze b irgendwo (meist gegen den Schraubstock oder gegen ein von dem Arbeiter vor der Brust gehaltenes Bohrbrett) an, setzt das Ende c mit gehörigem Nachdruck gegen das Arbeitsstück, und schlingt um die Rolle die Schnur eines Bohrbogens, durch dessen Hin- und Herziehen alsdann die wechselnde Drehung erfolgt. Der Bohrbogen (wegen einer entfernten Aehnlichkeit mit dem Violinbogen auch Fiedelbogen genannt) ist ein Stab von Fischbein oder spanischem Rohr, auch eine stählerne (Rappier- oder Degen-) Klinge, woran eine Hanfschnur, eine Darmseite oder ein schmaler lederner Riemen so mit seinen Enden befestigt wird, daß, nach dem Herumschlingen dieser Sehne um die Bohrrolle, der dabei gekrümmte Stab vermöge seiner Elastizität die nöthige Spannung erzeugt. Nur bei den kleinsten Rollenbohrern sitzt wie in Fig. 173 die Rolle a auf dem Bohrer selbst; die größeren weichen dadurch ab — Fig. 174 — daß die Bohrspitze in ein Loch der Spindel b e eingesetzt ist und daher gewechselt werden kann.



174

Bei den größten Exemplaren dieser Art macht man die Rolle von Holz.

Sehr sinnreich ist die Konstruktion des neuerlich von England aus bekannt gewordenen Bohrers, Fig. 175, welcher den Vortheil gewährt,



175

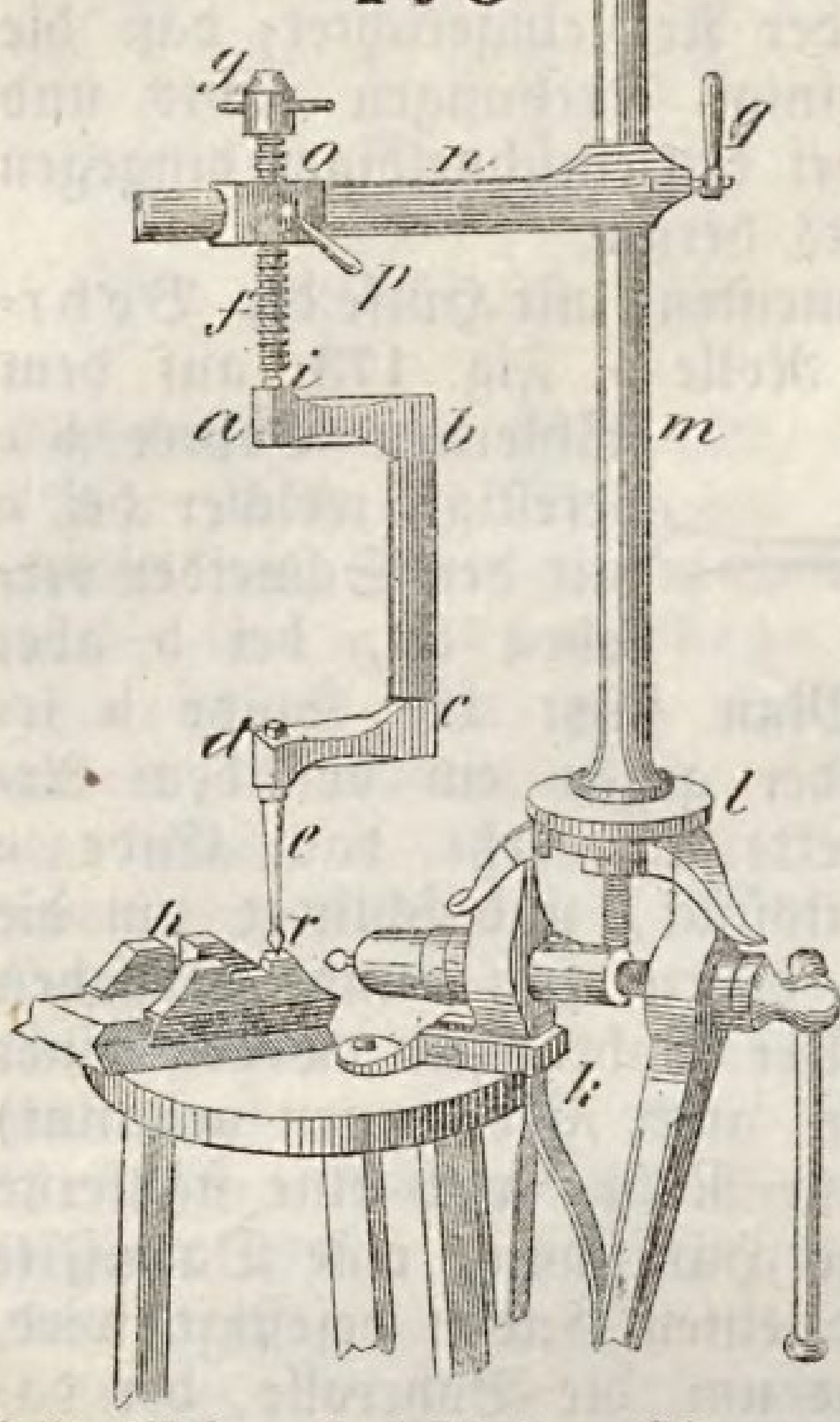
daß man damit in engen Räumen und zwischen Umgebungen, welche der Führung des Bohrbogens hinderlich sind, arbeiten kann. Ein 6 bis 12 Zoll langes Stäbchen a b von Triebstahl (dickem Stahldraht, dessen Querschnittsgestalt die Form eines mit 6 bis 12 Zähnen versehenen Rädchens darbietet) wird glühend gewunden, so daß es die Beschaffenheit einer Schraube mit sehr steil liegenden Gewindgängen annimmt; dann an einem Ende mit einem runden hölzernen Griffe c, am anderen Ende mit einer messingenen Hülse a e zum Einsetzen der Bohrspitze d versehen. Der Knopf ist so mit der Spindel a b verbunden, daß man ihn fest

in der Hand halten kann, während die Spindel sich um ihre Achse dreht. Eine kleine messingene Mutter f umschließt die Spindel, wird mittelst eines Heftes g h rasch auf ihr hin und her geschoben, und bewirkt hierdurch die wechselnde oder umsetzende Achsendrehung von b a e d.

Das Bohren mit einschneidigen Bohrern geschieht hauptsächlich vermittelst der Kurbel und der Brustleier, oft auch in der Drehbank.

Die Bohrkurbel ist ein zwei Mal im Winkel gebogenes Eisen a b c d, Fig. 176, dessen mittlerer Theil b c mit den Händen gefaßt und im Kreise herumgeführt wird, wodurch die Drehung der bei d eingesteckten Bohrspitze e um ihre eigene Achse erfolgt. Gegenüber der Bohrspitze sitzt auf der äußeren Seite des Endes a ein kurzer konisch zugespitzter Zapfen i, welcher den einen Stützpunkt für das Werkzeug abgibt, während die Spitze r des Bohrers e auf dem Arbeitsstücke h den anderen Stützpunkt bildet. Der zum Bohren nöthige Druck wird durch eine Art Schraubenpresse (Bohrgestell, fälschlich oft Bohrmaschine genannt) hervorgebracht, die sehr verschieden konstruirt sein kann, bald größer, bald kleiner, bald feststehend, bald tragbar ist.

176



Die aus der Zeichnung ersichtliche Einrichtung kann für die gewöhnlichen Fälle wegen ihrer Einfachheit und Zweckmäßigkeit empfohlen werden. Die gerade und senkrechte runde Eisenstange m wird mit ihrem Fuße l entweder in einem großen Schraubstocke k oder unbeweglich auf einem Arbeitstische befestigt. Längs derselben ist ein horizontaler, ebenfalls runder Arm n sowohl auf und nieder verschiebbar, als im Kreise drehbar, welcher mittelst einer Druckschraube q in der erforderlichen Höhe und Richtung festgestellt wird. Endlich schiebt und dreht sich auf n eine Hülse o, ebenfalls mit Druckschraube, p, versehen. Durch diese Hülse geht die Preßschraube f, welche an ihrem Kopfe g beliebig umgedreht werden kann und mit ihrem unteren Ende sich auf den Zapfen i der Bohrkurbel stützt, also den Druck des Bohrers e gegen das Arbeitsstück h erzeugt, wenn sie während des Bohrens nach Maßgabe des Bedarfs weiter herunter geschraubt wird. Vermöge der Schiebbarkeit des Arms n längs der Stange m läßt sich die Schraube f jedes Mal auf die nach der Größe des Arbeitsstücks und der Kurbel abcd erforderliche Höhe stellen; die Drehbarkeit von n um m gestattet eine Versetzung der Preßschraube auf jeden beliebigen Punkt eines um m gezogenen Kreises, wobei durch Verschiebung der Hülse o auf dem Arme n die Stellung näher oder entfernter in Bezug auf die Stange m gewählt werden kann; endlich ist durch die Drehung von o um n sogar möglich, der Schraube f nach Erforderniß die vertikale, die horizontale, oder eine mehr oder weniger schiefe Stellung zu ertheilen, woraus dann eine entsprechend abgeänderte Lage der Kurbel folgt, so daß man senkrecht von oben nach unten und von unten nach oben, auch horizontal und schief in jeder gewünschten Richtung, Löcher bohren kann.

Die Bohrkurbel unter dem durch eine Preßschraube ausgeübten Drucke ist zum Bohren großer Löcher höchst wirksam, erfordert aber etwas weitläufige Anstalten, wie sich aus Vorstehendem ergibt. Daher gebraucht

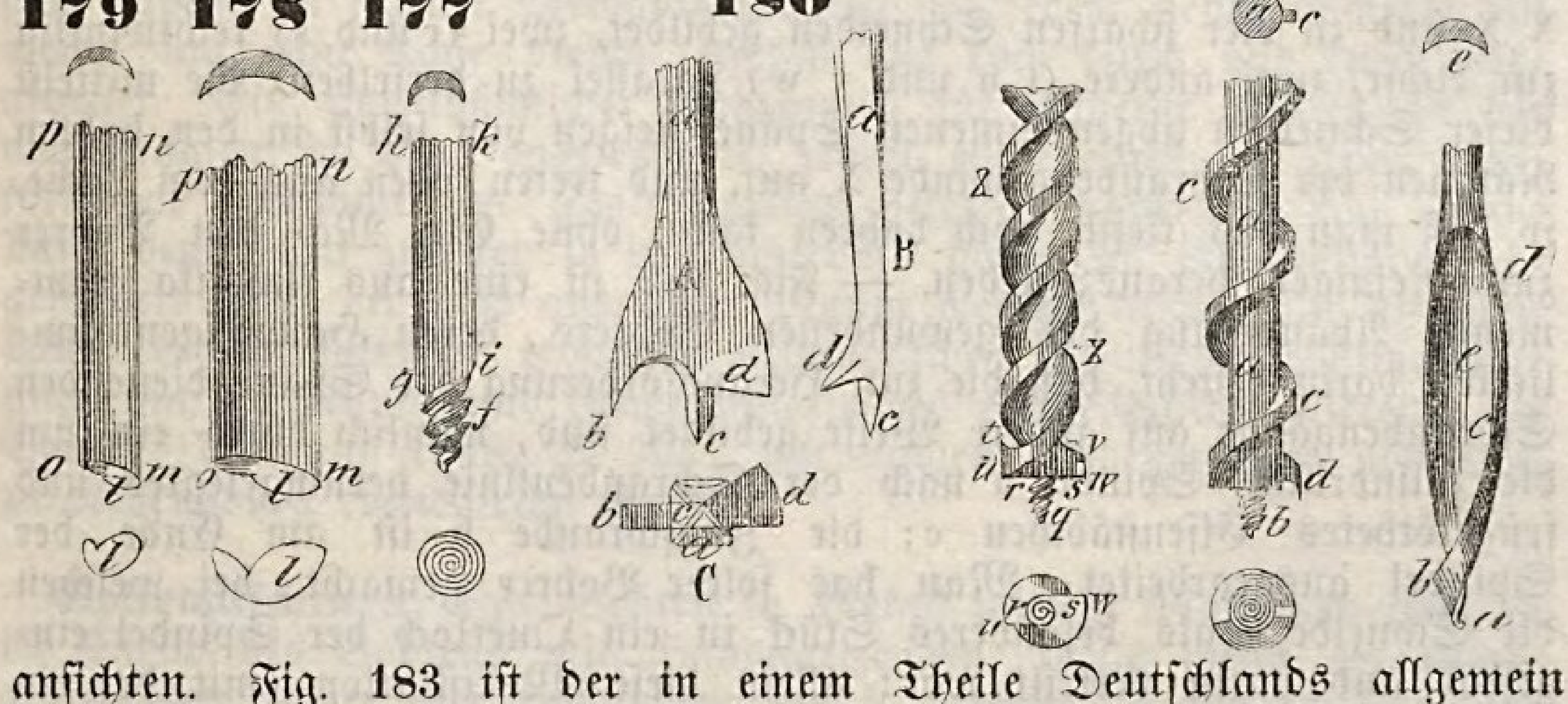
man statt ihrer in denjenigen Fällen, wo ein geringerer Kraftaufwand genügt, meist lieber die **Brustleier**, welche sich von der Kurbel nur dadurch unterscheidet, daß sie schwächer und leichter gebaut und statt des zugespitzten Zapfens bei i mit einem scheibenförmigen Kopfe versehen ist. Indem der Arbeiter diesen Kopf gegen seine Brust stützt, übt er mit Letzterer den nöthigen Druck aus, um die Bohrspitze r zum Eindringen in das Arbeitsstück zu veranlassen; es wird also kein Bohrgestell erfordert, aber die Bohrrichtung kann hierbei nur horizontal sein, und die Arbeit ist weit anstrengender als jene mit der Kurbel unter einer Preßschraube.

In der **Drehbank** (deren Einrichtung in einem eigenen Artikel erörtert ist, hier also als bekannt vorausgesetzt werden muß) findet das Bohren nach zwei Methoden Statt; nämlich entweder so, daß der Bohrer an der Drehbankspindel eingespannt, und daß das Arbeitsstück ihm allmälig entgegengeführt wird; oder so, daß das Arbeitsstück mit der Spindel umläuft, während der Bohrer keine Drehung empfängt, sondern nur in der Richtung seiner eigenen Länge gedrückt und vorgeschoben wird; von den Umständen hängt es ab, welche der beiden Verfahrungsarten man als die bequemste und am schnellsten zum Ziel führende wählt.

2. **Bohrer zum Gebrauch auf Holz.** — Höchst zahlreich und verschiedenartig sind die zum Bohren in Holz konstruirten Werkzeuge. Ihre drehende Bewegung wird entweder durch direkten Angriff mit der Hand an einem mehr oder weniger langen hölzernen Querhefte (welches mit dem Bohrer zusammen die Gestalt eines T bildet) oder mittelst der Bohrwinde, oder in der Drehbank erzeugt. Für den letztgenannten Fall gilt wieder die Bemerkung, welche eben in Betreff des Metallbohrens auf der Drehbank gemacht wurde. Die **Bohrwinde** ist mit der Brustleier der Metallarbeiter in Form und Gebrauchsweise übereinstimmend, meist jedoch von Holz (selten von Eisen) gemacht; bei dem weit geringeren Drucke, welchen das Bohren in Holz erfordert, ist es zuläßig und sehr gewöhnlich, die Winde auch stehend (zum Senkrechtbohren) zu gebrauchen, wobei eine Hand auf den Knopf drückt, die andere das Drehen verrichtet.

Die Fig. 177 bis 183 stellen einige der gebräuchlichsten Holzbohrer vor, mit darüber gesetzten Querdurchschnitten und untenstehenden End-

179 178 177 180 181 182 183



ansichten. Fig. 183 ist der in einem Theile Deutschlands allgemein verbreitete **Schneckenbohrer**, der im kleinen Maßstabe als Nagelbohrer, größer ausgeführt beim Bohren der Wasserröhren bis zu 6 Zoll Durchmesser hinan benutzt wird. Er bildet an seiner Spitze a eine Art

kurzen Schraubengewindes, welches ihn beim Fortgange der Arbeit stets weiter ins Holz zieht, ohne daß der Arbeiter nöthig hat, einen Druck anzuwenden; bcd ist die nach Art einer sehr steilen Schraubenlinie entlang laufende dünn messerartig zugeschärfte Schneidkante, und der hohle Raum e bietet einen geräumigen Aufenthaltsort für die Späne. Die Wirkung dieser Bohrer ist vortrefflich; sie machen mit verhältnißmäßig geringem Kraftaufwande ein glattes Loch, schneiden große zusammenhängende Späne ab, und zersprengen selten das Holz, worin man bohrt, sei es auch dünn und das Loch nahe am Rande; allein sie eignen sich nicht zur Erzeugung solcher Löcher, welche ohne durch und durch zu gehen, eine zylindrische Gestalt (überall gleiche Weite) haben sollen, und müssen herausgezogen und gereinigt werden, so oft ihr Hohlraum sich mit Spänen gefüllt hat. — Weit schlechter ist die Art Fig. 177, welche in vielen Gegenden als Nagelbohrer, nie aber zu großen Löchern gebraucht wird. Auf ein kegelförmiges kurzes Schraubengewinde f folgen hier am oberen rinnenartig ausgehöhlten Theile zwei gerade und mit einander so wie zur Achse parallele Kanten gh, ik, von welchen die ik als Schneide wirkt. Man erkennt aus der Abbildung, daß der Durchmesser des Loches fast gänzlich durch das Eindringen des Schraubengewindes f erzeugt werden muß, die Schneide ik aber nur wenig dazu thut; deßhalb macht dieser Bohrer feine mehlartige Späne, arbeitet mit verhältnißmäßig großer Anstrengung, sprengt leicht das Holz, und ist zum Bohren etwas großer Löcher ganz untauglich. — Die Hohlbohrer, Fig. 178, 179, kommen in ¼ Zoll bis 2 Zoll Durchmesser vor, haben die Gestalt einer Rinne, von deren Kanten mn, op die erstere (mn) schneidig zugeschärft wird, obschon der wesentlich wirkende Theil allein in dem etwas geneigten schaufelförmigen Zahne l besteht, dessen bogenförmiger Rand messerartig scharf ist. Vermöge dieser eigenthümlichen Stellung der Hauptschneide — fast rechtwinkelig zur Bohrerachse — arbeitet der Hohlbohrer am leichtesten und schönsten in Querholz (d. h. wenn die Lochrichtung rechtwinkelig zu dem Laufe der Holzfasern ist); er macht gute und zylindrische — bis auf den Grund hinab gleich weite — Löcher, erfordert aber mehr oder weniger starkes Nachdrücken, da er kein Schraubengewinde besitzt, welches ihn von selbst ins Holz zöge. — Zu den besten Arten gehört der englische gewundene Bohrer, Fig. 181, der aus einer schraubenartig zusammengedrehten flachen Stahlschiene gebildet und am Ende mit einer konischen Zugschraube q versehen ist. Die unteren Ausläufe des weiten doppelten Schraubengewindes X X sind zu vier scharfen Schneiden gebildet, zwei (r und s) rechtwinklig zur Achse, zwei andere (t u und v w) parallel zu derselben; die mittelst dieser Schneiden abgenommenen Späne steigen von selbst in den hohlen Räumen der Schraubengewinde X auf, und treten oben aus dem Loche, so daß man das tiefste Loch bohren kann, ohne Ein Mal den Bohrer zum Reinigen herauszuziehen. — Fig. 182 ist eine aus Amerika stammende Abänderung des gewundenen Bohrers, deren Haupteigenthümlichkeit darin besteht, daß die zur Herausförderung der Späne dienenden Schraubengänge auf andere Weise gebildet sind, nämlich durch ein um die zylindrische Spindel a nach der Schraubenlinie herumgelegtes und festgelöthetes Eisenstäbchen c; die Zugschraube b ist am Ende der Spindel ausgearbeitet. Man hat solche Bohrer gemacht, bei welchen die Schneide d als besonderes Stück in ein Querloch der Spindel eingesetzt und darin verkeilt war; allein diese Modifikation (mit der ein Auswechseln der etwa schadhaft gewordenen Schneide beabsichtigt war) ist in der Praxis nicht bewährt gefunden worden. — Endlich ist des Zentrumbohrers, Fig. 180 zu gedenken (A Flächenansicht, B Seiten-

ansicht, C Endansicht), dessen Schaft a sich am Ende ausbreitet und hier nebst der dreikantigen Zentrumspitze c an der einen Seite einen kleinen scharfschneidigen Zahn b, an der anderen Seite eine schräge ebenfalls zugeschärfte Schaufel d trägt. Wird die Spitze c auf der zum Mittelpunkte des Bohrloches bestimmten Stelle eingesetzt und dann der Bohrer unter gehörigem Nachdrücken um seine Achse gedreht, so schneidet der Zahn b eine Kreislinie ins Holz, innerhalb welcher die Schaufel d schöne Späne heraushebt. Das Loch wird völlig zylindrisch, sehr glatt, und bekommt — im Falle man nicht durch und durch bohrt — eine reine ebene Bodenfläche; doch eignet sich der Zentrumbohrer nicht gut zu Löchern, deren Richtung mit jener der Holzfasern zusammenfällt.

3) Bohrer auf Glas. Man kann mit kleinen stählernen Bohrern, von der Art, wie sie zum Bohren in Metall mittelst Rolle und Bohrbogen gebraucht werden, auch in Glas bohren, wenn man die Bohrstelle fortwährend fleißig mit rektifizirtem Terpentinöl benetzt. Außerdem wendet man Diamantbohrer an, welche aus den beim Spalten der rohen Diamanten abfallenden Splittern auf folgende Weise hergestellt werden. Man spaltet einen eisernen Stift an seinem vorläufig abgeplatteten und etwas ausgebreiteten Ende so auf, daß er zwei kleine Lappen bildet; legt den Diamantsplitter in den Spalt und drückt oder hämmert die Lappen vorsichtig zusammen, bis sie ihn fest eingeklemmt halten. Auf der Drehbank der Glasschleifer werden Löcher mittelst stumpfer kupferner Stifte, an welche man Schmirgelpulver mit Oel gibt, eingeschliffen. Größere Löcher in Glasplatten ꝛc., bei welchen dieses Verfahren zu langwierig sein würde, erzeugt man durch Anwendung einer kupfernen Röhre, deren gerade abgeschnittenes Ende mit Hülfe des Schmirgels eine ringförmige Furche durchschleift, wonach innerhalb dieser ein kreisrundes Scheibchen sich ablöst.

4) Bohrer auf Stein. In Edelsteinen schleift der Steinschleifer Löcher mittelst eines stumpfen eisernen Stiftes, woran Diamantpulver mit Oel gegeben wird. In groben Steingattungen werden die nöthigen Löcher der Regel nach mit dem Meißel ausgehauen, da stählerne Bohrer zu schnell sich abstumpfen. Auch das sogenannte Bohren der Wasserleitungsröhren aus Kalk- oder Sandstein ist meist ein Durchhauen oder Ausmeißeln, indem an den hierzu dienlichen Maschinen ein großer schwerer Meißel angebracht ist, der auf bestimmte Höhe gehoben, herabfällt, Splitter vom Steine losschlägt, und bei immer wiederholten Schlägen (indem ein eigener Mechanismus ihn vor jedem neuen Schlage ein wenig um seine Achse dreht) endlich das Loch durch und durch ausarbeitet. Ein eigenthümlicher Bohrprozeß für steinerne Röhren ist der von Kranner in Prag angewendete, wobei ein eisernes, an seiner ringförmigen Endfläche mit Stahlschneiden besetztes Rohr nur eine Furche durch den Stein arbeitet, so daß innerhalb dieser ein Steinzylinder abgesondert wird, der noch anderweit benutzt werden kann. Die Beschreibung der sehr sinnreich erdachten Kranner'schen Steinröhrenbohrmaschine findet sich im Kunst- und Gewerbeblatte des polytechnischen Vereins für Baiern, Jahrgang 1848, S. 365, mit einigen Verbesserungen von Böck zu Regensburg ebendaselbst S. 91.

Bohrmaschinen. Das Bohren in Metall mittelst Maschinen tritt an die Stelle des Bohrens mit Handwerkzeugen, theils wenn die auszuarbeitenden Löcher oder Höhlungen von so großem Durchmesser sind, daß ihre Hervorbringung sehr bedeutende Kraft erfordert, theils wenn man durch Anwendung von Maschinerie größere Genauigkeit oder Schnellig-

keit der Arbeit beabsichtigt. Nach diesen Rücksichten und nach der äußerst mannichfaltigen Beschaffenheit der zu bohrenden Gegenstände sind die Bohrmaschinen von sehr verschiedener Art. Man kann jedoch die wichtigsten darunter in zwei Klassen abtheilen. Die Maschinen der ersten Klasse (in England drilling machines genannt) haben die Bestimmung, in Metallstücke, besonders guß- und schmiedeiserne Maschinenbestandtheile, Löcher von nicht sehr großem Durchmesser und nicht sehr beträchtlicher Tiefe zu bohren; die der zweiten Klasse (boring machines) dienn zum Bohren langer, rohrartiger Höhlungen.

Bei den zur ersten Klasse gehörigen Bohrmaschinen pflegt der Bohrer in senkrechter Stellung, die Spitze nach unten kehrend, angebracht zu sein und seine drehende Bewegung durch verzahnte Räder oder durch eine Riemenscheibe zu empfangen. Der fortwährende Druck des Bohrers gegen das Arbeitsstück wird entweder durch einen Mechanismus hervorgebracht, welcher den Bohrer mit geringer Geschwindigkeit auf das unbewegliche Arbeitsstück herabbewegt, oder umgekehrt das Arbeitsstück gegen den an seinem Platze bleibenden Bohrer erhebt. Für diesen letztern Fall wird neuerlich öfters mit großem Vortheile der Druck einer Wassersäule angewendet. Von einem im obersten Theile des Gebäudes befindlichen Behälter, in welchem sich das Regenwasser sammelt, und der überdieß durch eine Pumpe stets gefüllt erhalten wird, geht ein 30 bis 50 Fuß hohes Rohr herab, welches das Wasser in einen unter dem Bohrer stehenden Zylinder führt, daß es den in letzterem befindlichen Kolben aufwärts drückt. Der Kolben trägt oben eine horizontale Platte, worauf die Arbeitsstücke gelegt werden. Der innere Durchmesser des Zylinders kann 4 bis 12 Zoll betragen, je nachdem man eines kleineren oder größeren Druckes bedarf. Durch einen Hahn kann man den Zufluß des Druckwassers absperren; durch einen andern dann den Zylinder entleeren, wobei der Kolben von selbst wieder sinkt. Zum Bohren von Löchern bis gegen 2 Zoll im Durchmesser eignet sich diese Methode ausgezeichnet gut, vorausgesetzt, daß die Arbeitsstücke von nicht zu großem Gewichte sind. Höchste Gleichmäßigkeit des Druckes und Bequemlichkeit für den Arbeiter können auf keine andere Weise so vollkommen erreicht werden. Dagegen gibt es allerdings Fälle, wo die hier vermißte Möglichkeit, den Druck nach Wunsch augenblicklich zu verändern, schätzenswerth ist.

184

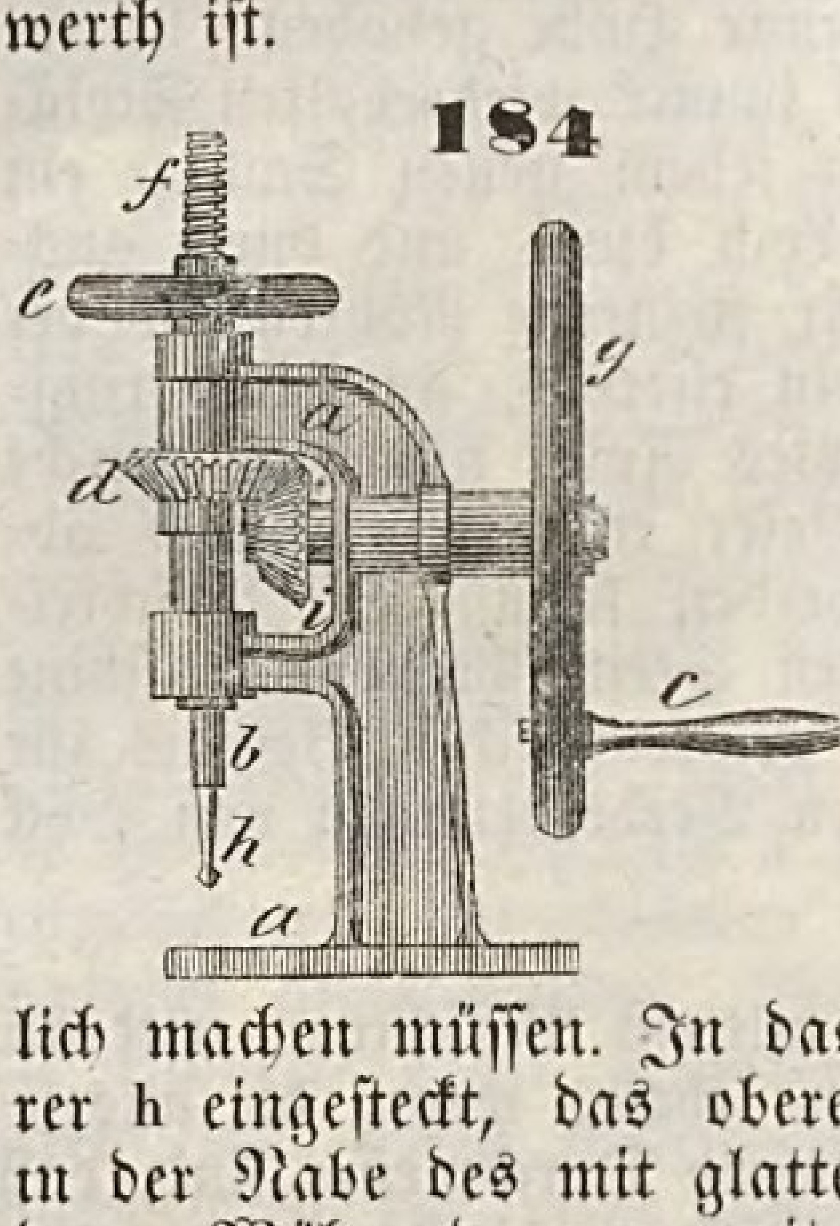
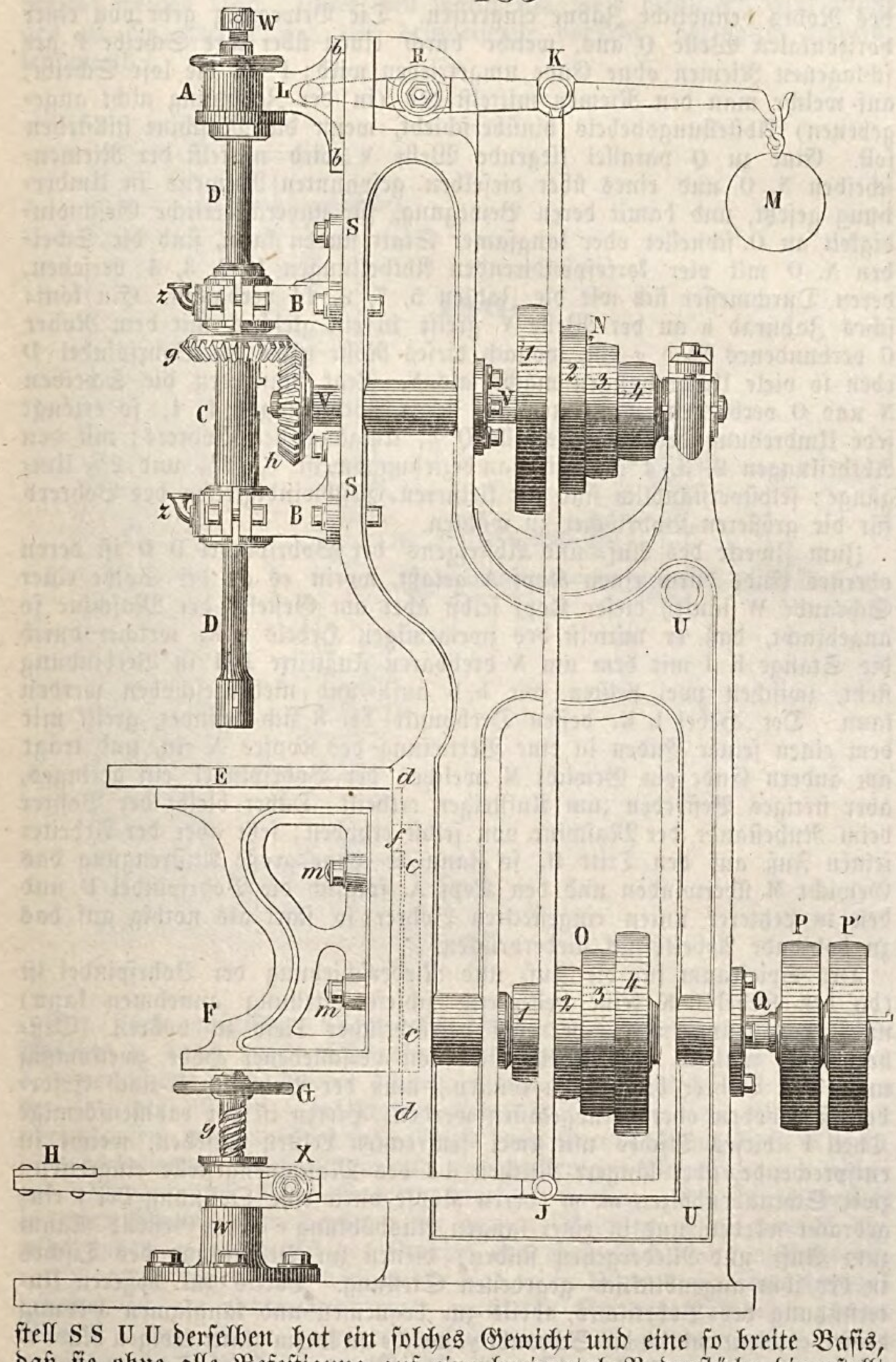


Fig. 184 stellt den Aufriß einer sehr einfachen, tragbaren und zum Betriebe durch Menschenhand eingerichteten Bohrmaschine von Nasmyth in Manchester vor. Durch einen rohrförmigen Ansatz des gußeisernen Gestells a a geht eine horizontale Welle, welche an einem Ende das konische Rad i, am andern das Schwungrad g mit Kurbelgriff c trägt. Ein zweites, von i bewegtes, konisches Rad d sitzt auf der vertikalen Bohrspindel b, jedoch so, daß Letztere sich in der Nabe des Rades auf- und niederschieben kann, während beide die drehende Bewegung gemeinschaftlich machen müssen. In das untere Ende der Bohrspindel wird der Bohrer h eingesteckt, das obere Ende bildet eine Schraube f, deren Mutter in der Nabe des mit glattem Kranze versehenen Handrades e sich befindet. Während nun mit der rechten Hand die Kurbel c gedreht und so der Bohrer in Umlauf gesetzt wird, dreht die Linke nach Erforderniß den Radkranz e mit der Schraubenmutter und bewirkt demnach

ein geradliniges Hinabsteigen der Bohrspindel, wodurch der Bohrer gegen das ihm untergelegte Arbeitsstück gepreßt wird.

Eine größere feststehende, durch Dampfkraft zu betreibende Löcherbohrmaschine ist im Seitenaufrisse Fig. 185 abgebildet. Das gußeiserne Ge-

185



stell S S U U derselben hat ein solches Gewicht und eine so breite Basis, daß sie ohne alle Befestigung auf eine horizontale Bodenfläche hingestellt werden kann. Die Bohrspindel D D steckt auf und nieder schiebbar in

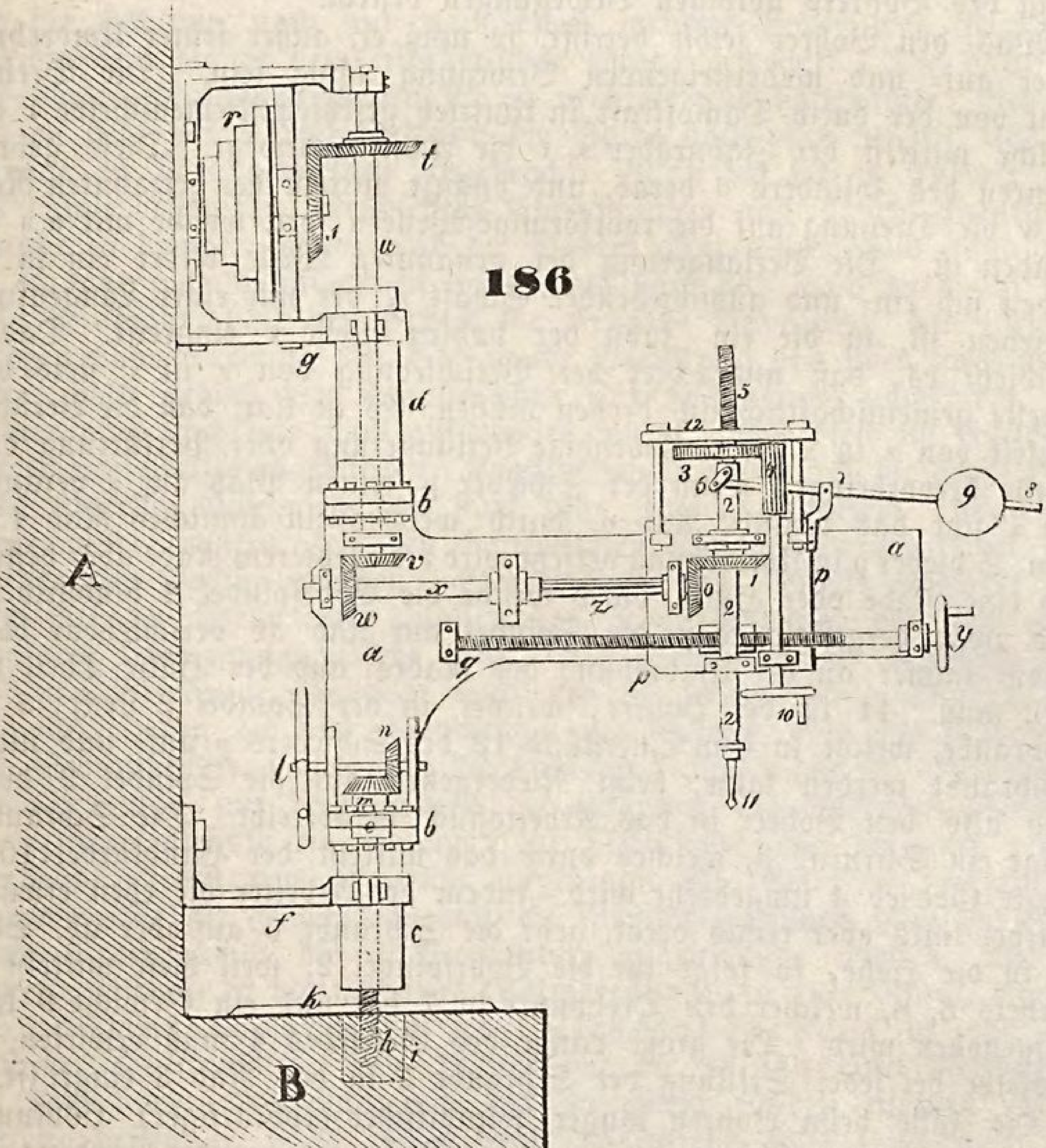
einem Rohre C, welches in den zwei mit Oelnäpfchen z, z (zum Selbstschmieren) versehenen Lagern B, B so gehalten wird, daß es keine andere Bewegung als die drehende um seine Achse anzunehmen im Stande ist. Diese Drehung wird die Spindel D mitzumachen dadurch genöthigt, daß sie ihrer Länge nach eine Nuth enthält, in welche zwei an den Enden des Rohrs befindliche Zähne eingreifen. Die Bewegung geht von einer horizontalen Welle Q aus, welche durch einen über ihre Scheibe P geschlagenen Riemen ohne Ende umgetrieben wird; P′ ist die lose Scheibe, auf welche man den Riemen mittelst des (in der Zeichnung nicht angegebenen) Abstellungshebels hinüberschiebt, wenn die Maschine stillstehen soll. Eine zu Q parallel liegende Welle V wird mittelst der Riemenscheiben N, O und eines über dieselben gespannten Riemens in Umdrehung gesetzt, und damit deren Bewegung, für unveränderliche Geschwindigkeit an O, schneller oder langsamer Statt finden kann, sind die Scheiben N, O mit vier korrespondirenden Abtheilungen 1, 2, 3, 4 versehen, deren Durchmesser sich wie die Zahlen 5, 7, 9, 11 verhalten. Ein konisches Zahnrad h an der Welle V greift in ein gleiches mit dem Rohre C verbundenes Rad g ein, wonach dieses Rohr nebst der Bohrspindel D eben so viele Umdrehungen macht, als V. Legt man den die Scheiben N und O verbindenden Riemen auf deren Abtheilungen 1, 1, so erzeugt jede Umdrehung der Betriebswelle Q $^5/_{11}$ Umgänge des Bohrers; mit den Abtheilungen 2, 3, 4 erlangt man beziehungsweise $^7/_9$, $1^2/_7$ und $2^1/_5$ Umgänge: selbstverständlich sind die kleineren Geschwindigkeiten des Bohrers für die größeren Bohrlöcher zu wählen.

Zum Zwecke des Auf- und Absteigens der Bohrspindel D D ist deren oberstes Ende durch einen Kopf A gefaßt, worin es an der Spitze einer Schraube W läuft, dieser Kopf selbst aber am Gestelle der Maschine so angebracht, daß er mittelst des zweiarmigen Hebels L K, welcher durch die Stange K J mit dem um X drehbaren Fußtritte J H in Verbindung steht, zwischen zwei Leisten wie b b auf- und niedergeschoben werden kann. Der Hebel L K, dessen Drehpunkt bei R sich befindet, greift mit dem einen seiner Enden in eine Vertiefung des Kopfes A ein, und trägt am andern Ende ein Gewicht M, welches der Bohrspindel ein geringes, aber stetiges Bestreben zum Aufsteigen ertheilt. Daher bleibt der Bohrer beim Ruhestande der Maschine von selbst erhoben; setzt aber der Arbeiter seinen Fuß auf den Tritt H, so kann er ohne große Anstrengung das Gewicht M überwinden und den Kopf A, folglich die Bohrspindel D und den in Letzterer unten eingesteckten Bohrer so stark als nöthig auf das zu bohrende Arbeitsstück niederdrücken.

Der Spielraum für die Auf- und Niederschiebung der Bohrspindel ist (da der Hebel L K keine bedeutend schiefe Stellung annehmen kann) nicht groß genug, um Löcher von beträchtlicher Tiefe zu bohren. Deßhalb und zugleich um Arbeitsstücke von verschiedener Höhe zweckmäßig unter den Bohrer bringen zu können, muß der Bohrtisch E nach Erforderniß gehoben oder herabgelassen werden. Hierzu ist der rahmenförmige Theil F dieses Tisches mit zwei senkrechten Leisten versehen, welche in entsprechende, aber längere Nuthen d d des Maschinengestells eingreifen; zwei Schraubenbolzen m, m (deren Köpfe durch eine Oeffnung bei f eingebracht werden, und in einer langen Aushöhlung c c des Gestells Raum zum Auf- und Niedergehen finden) dienen zur Befestigung des Tisches in der ihm augenblicklich gegebenen Stellung. Theils zur besseren Unterstützung des Bohrtisches, theils zur bequemen und langsamen Hebung desselben dient endlich die Schraube y, welche an ihrem glattrandigen Rade G mit der Hand umgedreht wird, und ihre Mutter in einem Sockel w findet.

Bei den zwei eben beschriebenen Maschinen muß in jedem Falle das

Arbeitsstück unter dem Bohrer in eine solche Lage gebracht werden, daß das Bohren an der vorgeschriebenen Stelle Statt findet. Dieß ist bei großen, schwer beweglichen Gegenständen sehr oft nicht möglich, man muß alsdann eine Maschine von solcher Konstruktion anwenden, daß der Bohrer über jede beliebige Stelle des unbeweglich liegenden Arbeitsstückes versetzt werden kann. Unter den mancherlei hiezu dienlichen Einrichtungen ist die, welche Fig. 186 beispielweise vorstellt, vorzüglich empfehlenswerth.



Die starke gußeiserne Platte oder Wange a a mit ihren zylindrischen Ansätzen b, b ist durch Schrauben mit zwei hohlen eisernen Zylindern d, e verbunden und letztere dienen, indem sie beweglich in den Ringen der (an der Mauer A befestigten) Arme g, f stehen, dem Ganzen wie zwei Zapfen, um eine Drehung, ähnlich jener einer Thür an ihren Angeln, hervorzubringen. Dieß ist die erste von denjenigen Bewegungen, welche zur Ortsveränderung des Bohrers erfordert werden. Die zweite besteht in einer Hebung oder Senkung der ganzen Maschine. Man bewirkt dieselbe, indem man mittelst des Kreuzes oder Haspels l das konische Zahnrad n, durch dieses aber das gleiche Rad m in Umdrehung setzt. Letzteres befindet sich am obern Ende einer vertikalen Schraubenspindel h, deren Mutter k von einem gemauerten Fundamente B getragen wird, worin die Schraube selbst durch eine Büchse i vor Staub und anderem Schmutze geschützt ist. Der bei c angegebene, dicke zylindrische Kopf der Spindel

h wird von dem Zylinder b so umschlossen, daß mit der Schraube die ganze Maschine emporsteigen oder herabsinken muß, wobei die Zylinder d, e in den Führungen f, g sich schieben. — Auf der Platte a a verschiebt sich horizontal eine kleinere Platte p p, wozu diese mit einer Schraubenmutter für die lange Schraube q y der großen Platte versehen ist. Da an dem Schieber p die Bohrspindel sich befindet, so wird hierdurch die Letztere in einer Richtung rechtwinkelig gegen die Drehungsachse d e der Maschine verstellt, worin die dritte der zur beliebigen Ortsveränderung des Bohrers nöthigen Bewegungen besteht.

Was den Bohrer selbst betrifft, so muß er, außer seiner Umdrehung, einer auf- und niedersteigenden Bewegung fähig sein. Die Drehung geht von der durch Dampfkraft in Umtrieb gesetzten Riemenscheibe r aus, welche mittelst der Zahnräder s, t die Achse u bewegt. Diese geht im Innern des Zylinders d herab, und pflanzt mittelst der verzahnten Räder v, w die Drehung auf die rohrförmige Welle x fort, welche mit a a verbunden ist. Die Verlängerung der genannten Welle bildet ein in derselben sich ein- und ausschiebender Schaft z, der mit einer Längenfurche versehen ist, in die ein Zahn der hohlen Welle x eingreift. Dadurch geschieht es, daß ungeachtet der Verschiebung von z in x stets beide Theile gemeinschaftlich sich drehen müssen. Es ist klar, daß die Verschiebbarkeit von z in x die nothwendige Verlängerung oder Verkürzung dieser Welle hervorbringt, wenn der Schieber p seinen Platz auf a verändert. An z sitzt das konische Rad o, durch welches ein ähnliches Rad 1 auf dem Schieber p in Umdrehung versetzt wird; an letzterem Rade aber befindet sich eine Nabe oder Hülse, durch welche die Bohrspindel 2 hindurch geht und zwar dergestalt, daß die Spindel auf und ab verschiebbar bleibt, jedoch immer an der Umdrehung des Rades und der Hülse Theil nehmen muß. 11 ist der Bohrer, welcher in der Spindel 2 steckt; 5 eine Schraube, welche in dem Querstücke 12 des Schiebers p auf- und niedergeschraubt werden kann, beim Niedergehen auf die Spindel 2 drückt, und also den Bohrer in das Arbeitsstück herabtreibt. Die Schraube 5 trägt ein Stirnrad 3, welches durch das mittelst der Handkurbel 10 bewegte Getrieb 4 umgedreht wird. Indem der Arbeiter die eben erwähnte Kurbel links oder rechts dreht, geht die Schraube 5 auf oder ab. Steigt sie in die Höhe, so folgt ihr die Bohrspindel 2, weil diese mittelst des Hebels 6, 8, welcher den Drehpunkt in 7 hat und ein Gewicht 9 trägt, aufgehoben wird. Die große Länge des Getriebes 4 muß bewirken, daß dasselbe bei jeder Stellung der Schraube 5 in das Rad 3 eingreift.

Die Fälle beim Bohren langer zylindrischer (rohrartiger) Höhlungen, wozu die Bohrmaschinen der zweiten Klasse angewendet werden, sind verschieden. Meistens ist die Höhlung schon vorhanden, indem der Zylinder hohl gegossen wird, wie Pumpenstiefel, Dampfmaschinen-Zylinder u. dgl., oder hohl geschmiedet, wie Gewehrläufe. In diesem Falle handelt es sich nur um Glättung, Berichtigung und kalibermäßige Erweiterung derselben, und man kann, wenn es nöthig ist, der Bohrspindel an ihren beiden Enden eine Unterstützung geben, was sehr wesentlich dazu beiträgt, Schwankungen zu verhindern, und so die Genauigkeit des Bohrens zu befördern. Zuweilen muß dagegen in massives Metall gebohrt werden, und die Höhlung geht wohl auch gar nicht ganz durch, hat und behält daher nur einen einzigen Ausgang. Dieser Fall, welcher beim Bohren der Kanonen vorkommt, vergrößert in hohem Grade die Schwierigkeit der Aufgabe; denn der Bohrer muß eine so große freistehende Länge haben, als durch die Tiefe der Bohrung nöthig wird, und ist daher dem Zittern oder Schwanken und kleinen Abweichungen von der

geraden Richtung leicht unterworfen, wodurch die Genauigkeit der Bohrung beeinträchtigt wird.

Nach dem Angeführten sind die drei vorzüglichsten Arten von Bohrmaschinen, welche zu der zweiten Klasse solcher Maschinen gehören: die Kanonen-, die Flinten- und die Zylinder-Bohrmaschinen, Letztere zum Ausbohren hohl gegossener, an beiden Enden offener Zylinder zu Pumpen, Feuerspritzen, Dampfmaschinen, Zylindergebläsen, hydraulischen Pressen 2c.

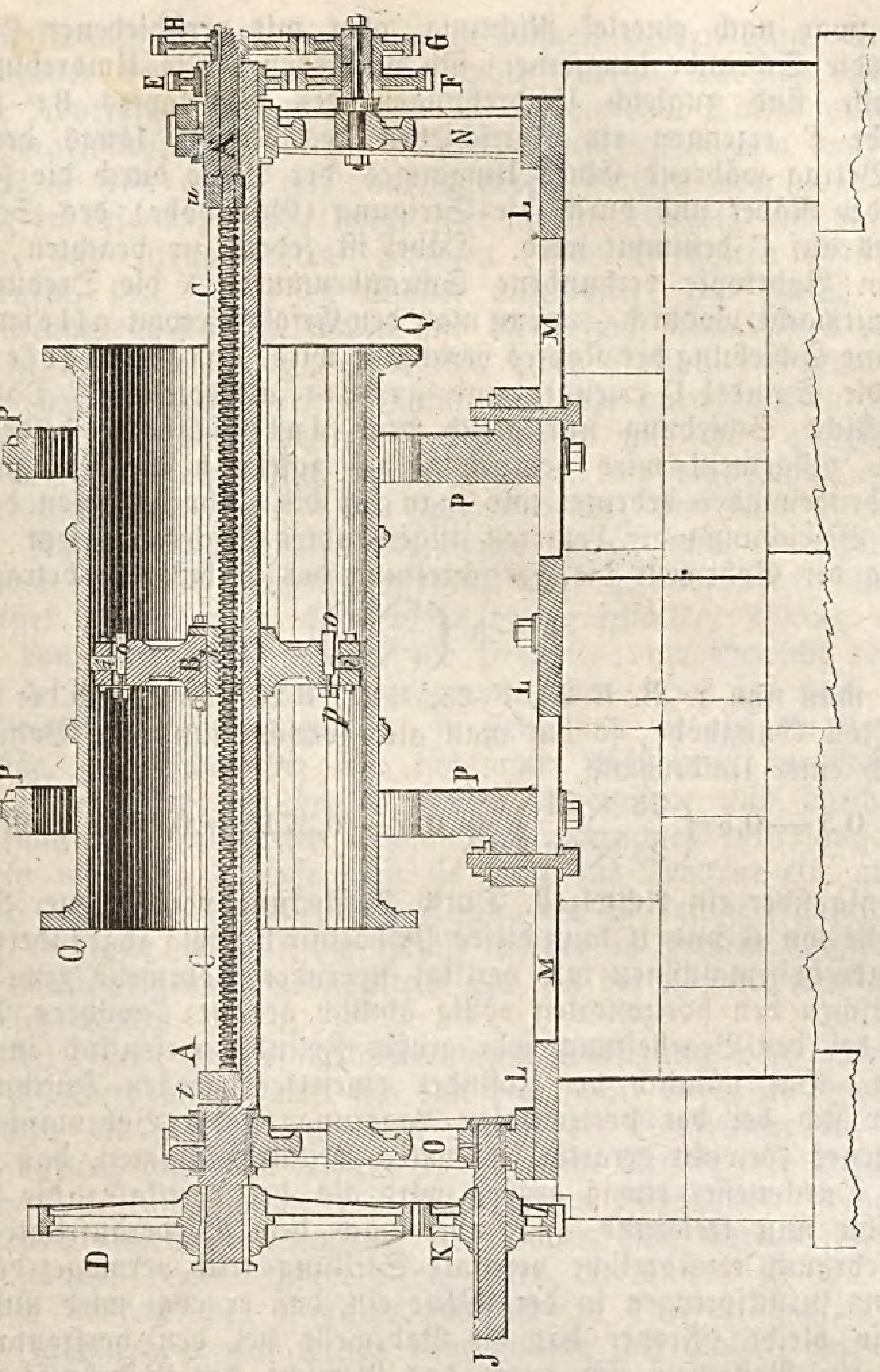
Bei den Kanonen wird das Bohren aus dem Massiven angefangen, und die Höhlung nach und nach durch mehrere Bohrer von steigenden Durchmessern bis zu dem erforderlichen Grade erweitert. Die dazu angewendeten Maschinen theilen sich in vertikale und horizontale. Bei den ersteren steht der Bohrer senkrecht, die Spitze nach oben gekehrt, und die Kanone ist über demselben angebracht. Man hat sich in früherer Zeit viel damit beschäftigt, verschiedene Einrichtungen nach diesem Prinzip zu Stande zu bringen, wobei bald der Bohrer ganz unbeweglich stand und die Kanone sowohl umgedreht wurde, als nach und nach durch ihr Gewicht herabsank; bald der Bohrer die drehende Bewegung, das Geschütz dagegen ohne Drehung nur die gerade Bewegung von oben nach unten hatte; bald endlich die Kanone ohne Ortsveränderung umgedreht, der Bohrer aber nach und nach aufgehoben wurde. Alle diese im Einzelnen noch mannichfaltig abgeänderten Konstruktionen sind durch die große Höhe ihres Gestells unbequem und stark dem Zittern ausgesetzt. Man hat daher in der neuern Zeit den horizontalen Kanonenbohrmaschinen entschieden den Vorzug gegeben. Hierbei liegt das Geschütz wagrecht und steht mit der Welle eines Wasserrades in Verbindung, von dem es in langsame Umdrehung versetzt wird. Der Bohrer erhält demnach keine drehende Bewegung, sondern wird nur in gerader Linie allmälig vorgeschoben, wozu ein aus Zahnstange und Getrieb, oder aus Räderwerk und Schrauben 2c. bestehender Mechanismus angebracht ist. Gewöhnlich verbindet man mit dem Bohren der Kanonen das Abdrehen derselben, zu welchem Behufe ein Support mit Drehstahl, wie bei einer großen Drehbank, neben dem Geschütze angebracht ist. Bei einer horizontalen Bohrmaschine für gewöhnliche mittlere Geschützgattungen kann die bewegende Kraft auf 3 bis 4 Pferdekräfte angeschlagen werden, und die Kanone darf nur 10 bis höchstens 12 Umdrehungen in einer Minute machen.

Die F l i n t e n b o h r m a s c h i n e, F l i n t e n b o h r b a n k ist von sehr einfacher Konstruktion. Der Bohrer hat die Gestalt einer vierkantigen 1½ Fuß langen Reibahle, und sitzt an einem runden eisernen Stiele, mittelst dessen er durch Wasserkraft umgedreht wird. Zwischen dem Wasserrade und dem Bohrer wird ein zweckmäßiges Vorgelege von verzahnten Rädern angebracht, um dem Bohrer eine bedeutende Geschwindigkeit, nämlich gegen 200 und zuweilen noch mehr Umläufe per Minute zu ertheilen. Der auszubohrende Gewehrlauf ist horizontal liegend auf einem eisernen Schlitten befestigt, sammt welchem er von einem Arbeiter durch Druck auf einen eisernen Hebel gegen den Bohrer vorgeschoben wird. Sechs bis acht, sogar zehn Bohrer von stufenweise zunehmender Dicke werden nach einander angewendet. Anfangs bohrt man, um Anhäufung der Bohrspäne zu verhindern, von beiden Seiten des Laufes nach der Mitte desselben; zuletzt hingegen mit Bohrern, welche nur wenig angreifen, von einem Ende bis zum anderen ganz durch. Der Lauf erhitzt sich bedeutend, und wird deßhalb mit Wasser begossen.

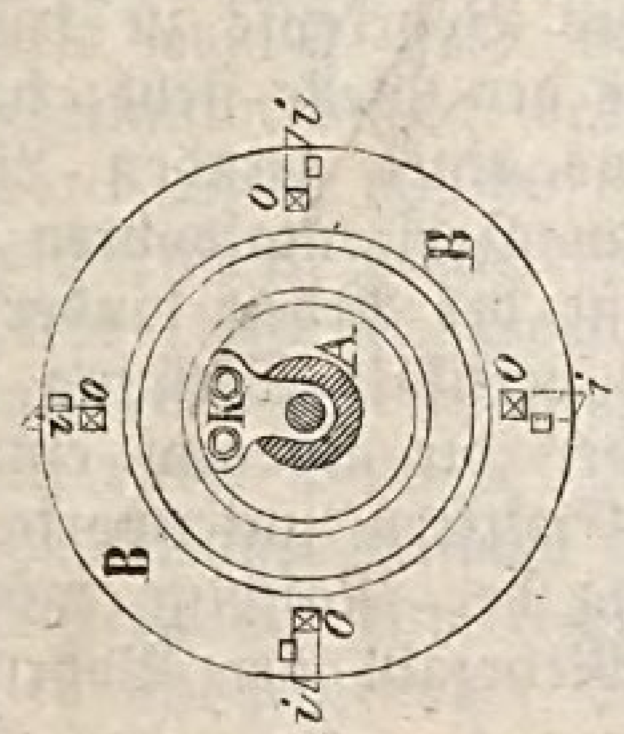
Die Z y l i n d e r - B o h r m a s c h i n e n sind in der Regel horizontal angelegt, und da eine Einrichtung, um beiderseits offene Zylinder von oft

sehr bedeutender Größe so einzuspannen, daß sie in genaue Rundbrehung versetzt werden können, mit vielen Schwierigkeiten und Weitläufigkeiten verbunden wäre; so ist stets der Zylinder unbeweglich festgelegt. Der Bohrer besteht aus einer durch die Achse der Zylinder-Höhlung gehenden, außerhalb derselben zu beiden Seiten unterstützten Welle (Bohrstange, Bohrspindel), auf welcher eine dicke gußeiserne Scheibe (der Bohrkopf) sich befindet. In den Umkreis des Bohrkopfes werden stählerne Schneiden eingesetzt, welche das Ausbohren verrichten. Zu diesem Behufe erhält die Bohrstange eine drehende Bewegung um ihre Achse, und zugleich wird entweder die Bohrstange sammt dem darauf befestigten Bohrkopfe, oder der letztere allein auf der an ihrem Platze bleibenden Bohrstange, allmälig nach der Länge des Zylinders fortgerückt. In beiden Fällen kann der Mechanismus mit mancherlei Verschiedenheiten ausgeführt werden. Wenn der Bohrkopf den Weg von einem Ende des Zylinders bis an das andere vollbracht hat, stellt man die Schneiden so, daß sie ein wenig weiter aus dem Bohrkopfe hervorragen, und fängt das Bohren von Neuem an. Auf diese Weise wird so oft als nöthig verfahren. Die zweckmäßigste Umfangsgeschwindigkeit des Bohrkopfes ist (bei der Arbeit in Gußeisen) etwa 7 Fuß per Minute, so daß er bei 6zölligen Zylindern in 13 bis 14 Sekunden, bei 12zölligen in etwas weniger als einer halben Minute, bei 36zölligen in $1\frac{1}{3}$ Minute eine Umdrehung vollbringt. Die Fortrückung des Bohrkopfes kann gewöhnlich eher unter als über 0,01 Zoll für jeden Fuß Bewegung an der Peripherie betragen; demnach würde z. B. ein 36zölliger, 7 Fuß langer Zylinder wenigstens 900 Umdrehungen des Bohrkopfes und zwanzig Stunden Zeit erfordern, um ein Mal durchgebohrt zu werden.

Als Beispiel einer großen Zylinder-Bohrmaschine wird die in Fig. 187 im senkrechten Längen-Durchschnitte vorgestellte angeführt. Die Grundlage des Gestells bildet eine starke Gußeisenplatte L, welche auf Fundamenten von Quadersteinen horizontal so befestigt ist, daß man auch unter dieselbe gelangen kann. Auf ihr stehen zwei starke Lagerböcke N und O, zur Unterstützung der Bohrwelle und der Achsen für das Räderwerk. Zur Einspannung des auszubohrenden Zylinders Q Q dienen zwei andere Böcke PP, PP, deren oberer Theil die Gestalt eines großen Ringes hat; vier starke Schrauben gehen, in Kreuzform und in der Richtung gegen den Mittelpunkt gestellt, durch jeden dieser Ringe und halten zwischen ihren inneren Enden den Zylinder fest, dessen Lage hierdurch zugleich so adjustirt werden kann, daß seine Achsenlinie mit jener der Bohrwelle zusammenfällt. In Spalten M, M der Platte L sind die Böcke P verschiebbar, damit man im Stande ist, ihnen jedesmal den der Länge des Zylinders entsprechenden Platz anzuweisen. Die Bohrwelle, in den auf N, O angebrachten Lagern um sich selbst drehbar, ist von A bis A' mit einer tiefen Längenfurche ausgehöhlt, so daß hierin die lange Schraubenspindel C (deren Lager t, u an der Welle festsitzen) konzentrisch mit der Welle Platz findet. B ist der Bohrkopf (s. Flächenansicht Fig. 188), eine dicke gußeiserne Scheibe mit einem auf die Welle passenden runden Loche im Mittelpunkte. Ein an demselben festgeschraubtes Stück k enthält die Muttergewinde für die Schraube C, und füllt zugleich die Breite und Tiefe der Furche derartig aus, daß der Bohrkopf bei Umdrehung der Welle sich mitdrehen muß, jedoch nach der Länge derselben sich fortschieben kann. Von der zylindrischen Stirn- oder Randfläche des Kopfes gehen in der Richtung nach dem Mittelpunkte vier quadratische Löcher hinein, in welche die Meißel oder Bohrschneiden i, i, i, i eingesetzt werden; jedes dieser Löcher mündet innerlich



187



188

in ein anderes, zur Achse paralleles Loch, worin ein Keil o steckt. Da Letzterer mit seiner Seitenfläche das innere Ende der Bohrschneide i berührt, so ist durch seine Stellung die mehr oder weniger beträchtliche Hervorragung der Schneide aus dem Bohrkopfe bedingt; um aber in dieser Beziehung eine feine und gehörig haltbare Adjustirung möglich zu machen, sitzt an jedem Keile als Verlängerung eine Schraubenspindel, durch deren Mutter bei p der Keil sowohl angezogen oder nachgelassen, als auch jederzeit am Selbstzurückgehen verhindert wird.

Die Maschine empfängt ihre Bewegung von der Welle J, deren Getrieb K ein großes Stirnrad D an der Bohrwelle in Umdrehung setzt. Auf dem anderen Ende der Bohrwelle sitzt ein kleines verzahntes Rad E, welches in F eingreift; dieses ist mit G verbunden, und Letzteres steht mit einem Rade H am Ende der langen Schraube C im Eingriff. Es ist hiernach klar, daß Bohrwelle und Schraube unabhängig von ein-

ander, zwar nach einerlei Richtung, aber mit verschiedener Geschwindigkeit (die Schraube langsamer) sich umdrehen. Die Umdrehungen der Bohrwelle sind zugleich Umdrehungen des Bohrkopfes B; jene der Schraube C erzeugen ein Fortschieben des Kopfes längs der Welle, dessen Betrag während Eines Umganges der Welle durch die Zähneanzahlen der Räder und durch die Steigung (Ganghöhe) des Schraubengewindes auf C bestimmt wird. Dabei ist jedoch zu beachten, daß die mit dem Bohrkopfe verbundene Schraubenmutter k die Drehungen der Welle mitmacht, wodurch — wenn man den Erfolg hiervon allein betrachtet — eine Schiebung des Kopfes veranlaßt wird, entgegengesetzt jener, welche die Spindel C erzeugt, und größer als dieselbe. Daher wird die wirkliche Schiebung nur gleich dem Unterschiede beider Bewegungen. Allgemein wird demzufolge — sofern h die Ganghöhe des Schraubengewindes bedeutet und man für die Zähneanzahlen der Räder die zur Bezeichnung der Letzteren angewandten Buchstaben setzt — auf 1 Umgang der Bohrwelle die Fortschreitung des Bohrkopfes betragen:

$$h - h\left(\frac{E \times G}{F \times H}\right).$$

Gibt man nun z. B. E 23, F 25, G 21, H 26 Zähne, und der Schraube C 0,5 Zoll Ganghöhe, so hat man als Fortschreitung der Bohrschneiden während einer Umdrehung

$$0{,}5 - 0{,}5\left(\frac{23 \times 21}{25 \times 26}\right) = 0{,}5 - 0{,}3715 = 0{,}1285 \text{ Zoll},$$

d. h. wenig über ein Achtelzoll. Durch Aufsteckung verschiedener Räder an der Stelle von G und H kann dieses Verhältniß beliebig abgeändert werden.

Zylinderbohrmaschinen mit vertikal stehender Bohrwelle (übrigens im Wesentlichen den horizontalen völlig ähnlich gebaut) gewähren Vortheile, welche bei der Bearbeitung sehr großer Zylinder wesentlich in Betracht kommen. Hat nämlich der Zylinder einen sehr großen Durchmesser, so senkt er sich bei der horizontalen Lagerung in der Bohrmaschine durch sein eigenes Gewicht derartig zu ovaler Gestalt zusammen, daß der horizontale Durchmesser etwas größer wird als der vertikale; die Maschine bohrt ihn nun kreisrund aus, aber nach dem Wiederaufrichten in die zum Gebrauch erforderliche vertikale Stellung tritt vermöge der Elastizität ein Zurückspringen in der Weise ein, daß er oval wird und für die Folge so bleibt. Ferner hat die Bohrwelle bei den horizontalen Maschinen ein Bestreben, sich durch das Gewicht des Bohrkopfs zu krümmen, desto mehr je näher der Kopf an der Mitte der Welle steht; hierdurch wird die Achse des gebohrten Zylinders aus einer geraden Linie in eine krumme verwandelt. Endlich fallen beim Horizontalbohren die Bohrspäne auf die noch zu bohrende Fläche, wo sie der Arbeit hinderlich werden können. Alle diese Uebelstände sind durch vertikale Stellung des Zylinders und der Bohrwelle zu vermeiden, aber die alsdann eintretende Nothwendigkeit eines höheren, mehr dem Erzittern unterworfenen Gestells, so wie die weniger bequeme Bedienung der Maschine mögen hauptsächlich Ursache sein, daß die übergroße Mehrzahl der Bohrmaschinen stets noch horizontal gebaut wird.

Borax ist borsaures Natron, ein Salz, welches theils fertig gebildet in der Natur vorkommt, theils, und zwar jetzt am meisten, aus seinen Bestandtheilen künstlich zusammengesetzt wird.

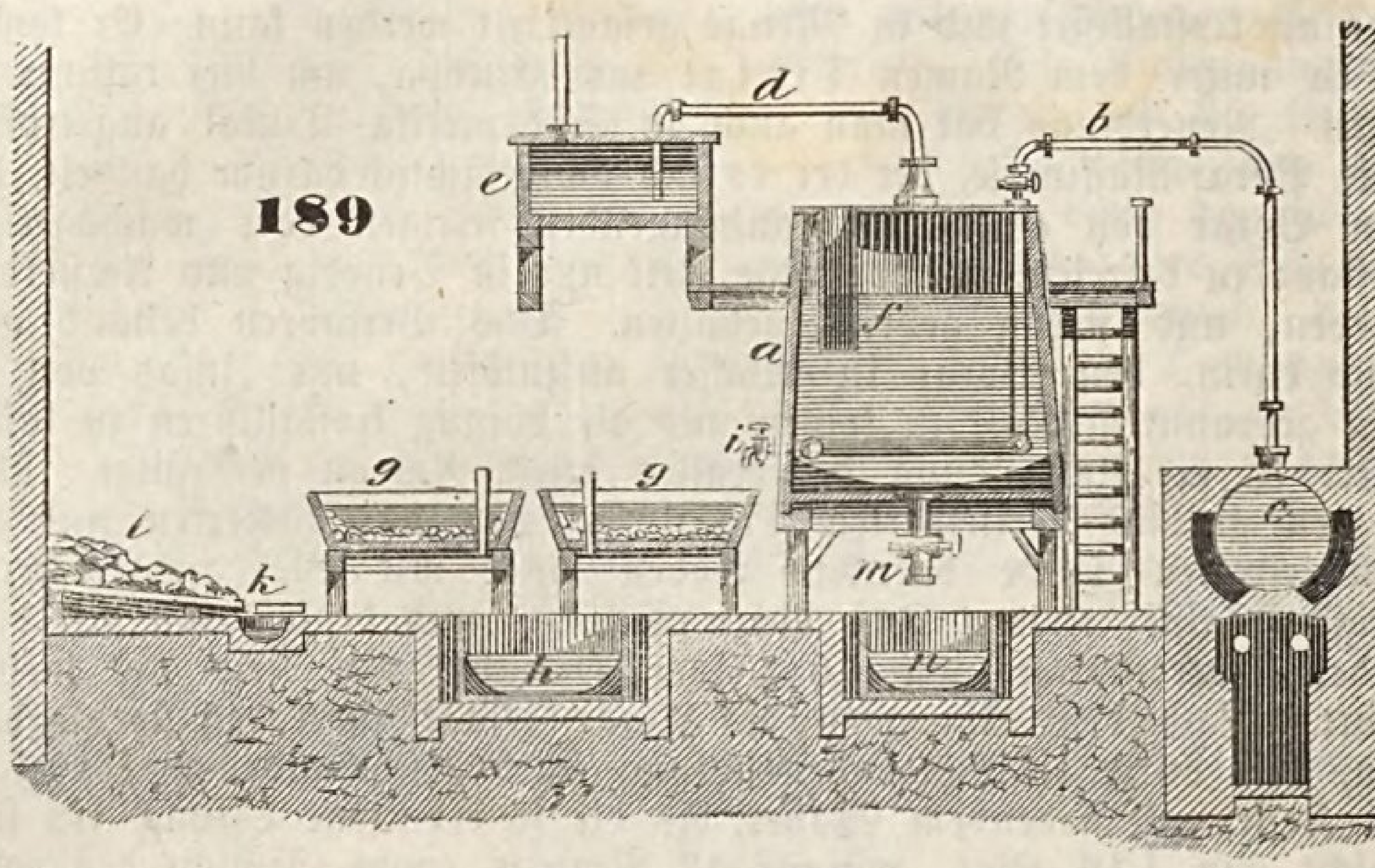
Der natürliche Borax kommt in Thibet, Persien, China, der Tatarei und Ceylon in dem Wasser kleiner Seen vor, aus welchem er am Ufer in Gestalt kleiner, flach prismatischer Krystalle von schmutzig gelblicher

Farbe auskrystallisirt und in Menge gesammelt werden kann. Er kommt von da unter dem Namen Tinkal nach Europa, um hier raffinirt zu werden. Neuerdings hat man auch in Südamerika Tinkal angetroffen.

Die Borax-Raffinerie, bei der es sich hauptsächlich darum handelt, den rohen Borax von einer ihm anhängenden fettigen oder wachsartigen Substanz zu befreien, wurde lange Zeit nur in Venedig und Amsterdam betrieben, und streng geheim gehalten. Das Verfahren bestand ganz einfach darin, den Borax in Wasser aufzulösen, mit Zusatz von ein wenig gebranntem Kalk zu kochen und die Lösung krystallisiren zu lassen. Später ist die Anwendung des Kalkes durch Natron verdrängt. Man gibt den gröblich zerkleinerten Tinkal auf den durchlöcherten und mit einem leinenen Tuche bedeckten Boden eines mit Blei ausgefütterten Bottigs in einer etwa 1 Fuß dicken Schicht, und begießt ihn mit einer ätzenden Natronlauge von 1.033 spez. Gewicht, bis diese fast farblos abläuft. Nach dem Abtropfen der Lauge bringt man den übriggebliebenen, aber durch die Laugenbehandlung stark geschwundenen Tinkal in einen Kessel mit siedendem Wasser, bis die so erhaltene Lösung ein spez. Gewicht von 1.16 zeigt, worauf 12 Prozent (vom Gewicht des rohen Tinkals) kohlensaures Natron zugegeben werden. Hat sich nach Verlauf einiger Zeit die Flüssigkeit geklärt, so zieht man sie auf die Krystallisationsgefäße, in welchen bei sehr langsamer Abkühlung der Borax krystallisirt. Wenn die von den Krystallen abgelassene und durch weitere Abdampfung noch ferner zum Krystallisiren gebrachte Mutterlauge endlich zu unrein wird, so dampft man sie ganz zur Trockene ein, glüht den Rückstand gelinde in einem eisernen Topfe, um die fettige organische Substanz zu zerstören, worauf die Masse wieder in heißem Wasser gelöst, von der rückständigen Kohle abfiltrirt und bei der nächsten Krystallisation mit zugesetzt wird.

Die künstliche Boraxfabrikation durch Sättigung von kohlensaurem Natron mit Borarsäure datirt sich von dem Jahre 1815, wo durch Payen und Cartier die fabrikmäßige Gewinnung der Borarsäure in Toskana zur Ausführung kam, von welcher der folgende Artikel eine Beschreibung gibt. Seit Begründung dieser so interessanten Fabrikation ist der Preis des Borares ungemein gesunken. Als Payen und Cartier ihre Boraxfabrik nach der neuen Methode etablirten, verkauften sie ihn zu dem Preise des holländischen Borares, nämlich zu 7 Frcs. das K°. Nach wenigen Jahren aber war wegen Ueberfüllung der Märkte nur noch ein Preis von 2 Frcs. 60 Cent. zu machen. Im Jahre 1823 betrug der Gesammtverbrauch des Borares in Frankreich 25000 K°., während Payen's Fabrik allein 50,000 K°. lieferte. Das Verfahren ist nach Payen's eigener Beschreibung folgendes:

Um 1000 K°. Borsäure des Handels auf Borax zu verarbeiten, nimmt man 1200 K°. krystallisirte oder eine entsprechende Menge kalzinirte Soda und etwa 2000 K°. Wasser, wobei die durch Verdichtung des eingeleiteten Wasserdampfes entstehende Wassermenge und die mit zugenommene Mutterlauge eingerechnet ist. Zur Auflösung der Soda dient ein mit Blei ausgefütterter Bottig a, Fig. 189, in welchen durch das Rohr b Wasserdampf aus dem Dampfkessel c geleitet wird. Dieser Bottig ist oben geschlossen und mit einem Rohr d versehen, welches in den Bleikasten e führt, in welchem sich Schwefelsäure befindet. Ein weites Rohr f geht von dem Deckel bis zur halben Tiefe des Bottigs herab, und dient dazu, die Soda und das Wasser, sowie auch die Borsäure in den Bottig zu geben Wenn die Soda aufgelöst und die Temperatur der Flüssigkeit auf 100° gestiegen ist, gibt man die pulverisirte Borsäure nach und nach, um das zu starke Aufschäumen zu verhindern, in Por-



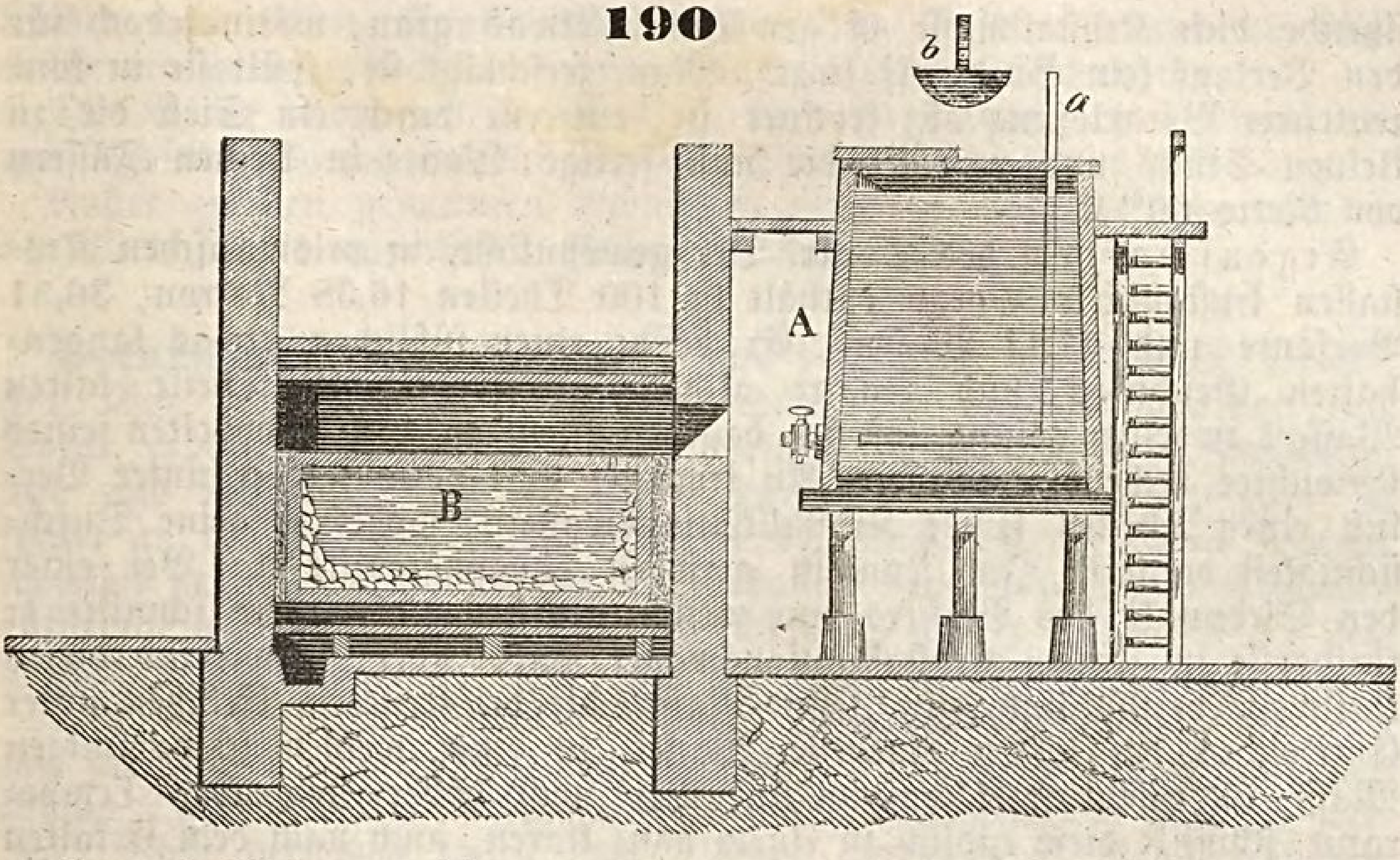
tionen von je 5 K° hinzu. Die entweichende Kohlensäure nebst einer nicht unbedeutenden Menge Ammoniak ist nun genöthigt, durch die Schwefelsäure zu streichen, von welcher das Ammoniak absorbirt wird, so daß man schwefelsaures Ammoniak als Nebenprodukt gewinnt.

Nach dem Eintragen der Borsäure zeigt die Lösung etwa 21° Baumé, und 105° C. Der Dampfhahn wird nun geschlossen, die Oeffnung zugedeckt und das Ganze 10 bis 12 Stunden zum Absetzen der ungelösten Unreinigkeiten der Ruhe überlassen.

Nach Verlauf dieser Zeit wird die geklärte Boraxlösung durch den Zapfen i in die mit dickem Blei ausgefütterten Krystallisirgefäße g g abgelassen, deren Tiefe nicht über 20 Zoll betragen darf. Wenn nun die Krystallisation beendet ist, läßt man die Mutterlauge in gußeiserne Sümpfe h ab, arbeitet die an den Wänden der Krystallisationsgefäße angesetzten dicken Krusten von Borax mit Meißel und Hammer los, und wirft sie zum Ablecken auf eine mit Blei bekleidete geneigte Fläche l, von welcher die Mutterlauge in eine Rinne k abfließt. Die in den Sümpfen und der Rinne gesammelte Mutterlauge wird bei einer nächsten Sättigung statt Wassers mit zugenommen, die am Boden des Sättigungs-Bottigs abgelagerten schlammartigen Unreinigkeiten aber läßt man durch ein weites Zapfloch m in einen darunter befindlichen Sumpf n ab, um durch Auswaschen den dabei noch befindlichen Borax zu gewinnen. Diese Unreinigkeiten rühren daher, daß die im Handel vorkommende Borarsäure zwischen 17 und 26 Prozent fremder Substanzen, nämlich schwefelsaure Bitterde, Thonerde und Kalk, Eisenchlorür, Thon, Sand, Schwefel, eine gelbfärbende Substanz und einen orangegelben stickstoffhaltigen Körper enthält. Die Zersetzung der genannten schwefelsauren Salze und Chlorverbindungen erfordert nicht nur einen Mehrverbrauch an Soda, sondern das dadurch entstehende schwefelsaure Natron und Chlornatrium verunreinigt auch den gewonnenen Borax, der schon aus diesem Grunde nothwendig einer weiteren Reinigung durch Umkrystallisiren bedarf.

Raffinerie des Borax. — Bei der Reinigung des Borax durch Umkrystallisiren liegt die größte, ja fast die einzige Schwierigkeit darin, recht große feste Krystalle zu erhalten, wie sie im Handel verlangt werden, eine Schwierigkeit, die nur dadurch zu überwinden ist, daß man recht große Quantitäten Boraxlösung sehr langsam und ruhig der Krystallisation überläßt. Es dient dazu der in Fig. 190 abgebildete Apparat. A ein

190



großer mit Blei ausgefütterter Bottig, der so groß sein muß, daß er die Lösung von wenigstens 9000 K° Borax aufnimmt. Die Erhitzung des Wassers geschieht auch hier mittelst Einleitung von Wasserdampf durch ein Dampfrohr a. Der rohe Borax, so wie die kleinen unbrauchbaren Krystalle von früheren Raffinationsarbeiten werden in einen gitterförmig durchbrochenen Behälter von Gußeisen b gethan, der an einer Kette hängt, und damit in das kochende Wasser so weit eingesenkt, daß es nur eben den Borax bedeckt, der sich nun alsbald auflöst. Auf je 100 K°. Borax werden 8 K°. krystallisirtes kohlensaures Natron zugesetzt und die kochend heiße Lösung auf ein spezifisches Gewicht von 21° Baumé gebracht. Sobald dieser Punkt erreicht ist, läßt man die kochende Flüssigkeit in das Krystallisationsgefäß B ablaufen, das aus starken Bohlen gemacht, mit dickem Blei ausgefüttert und mit einem ebenfalls mit Blei beschlagenen Deckel geschlossen ist. Die Bleifütterung wird am Besten zur Vermeidung jedes fremden Metalles mit Blei gelöthet (m. s. den Artikel „Löthen"). Diese großen Krystallisirgefäße müssen völlig getrennt von einander angebracht sein, damit nicht die bei dem Losschlagen der Krystalle aus dem einen entstehende Erschütterung sich den anderen mittheile, wodurch die regelmäßige Krystallisation gestört werden würde. Um die Abkühlung so langsam wie möglich vor sich gehen zu lassen, werden die Seitenwände in etwa 1 Fuß Entfernung mit einem aus tannenen Brettern zusammengesetzten Mantel umgeben, der Zwischenraum mit einem schlechten Wärmeleiter (Kohlenklein) ausgefüllt, und die obere Deckplatte mit dicken wollenen Decken belegt. Unter dem Krystallisirgefäße ist, wie die Figur zeigt, eine wasserdicht gemauerte Ebene, auf welche die aus zufälligen Undichtigkeiten entweichende Boraxlösung herabtropft, um sich in einer tieferen Rinne zu sammeln. Nach Verlauf von 26 bis 30 Tagen, je nach der äußeren Temperatur, ist die Krystallisation beendigt, wo dann die Flüssigkeit nur noch 25 bis 30° C. zeigt. Mittelst eines großen Hebers wird nun so rasch wie möglich die Mutterlauge abgezogen, worauf man mit Schwämmen die zwischen den Krystallen noch befindliche Mutterlauge abtupft, den Deckel abnimmt und nun das Ganze etwa 5 bis 6 Stunden zum weiteren Abkühlen sich selbst überläßt. Nunmehr beginnt man mit Meißel und Hammer die Krystalle loszuschlagen, indem man mit den an den Seitenwänden sitzenden, welche die weißesten und schönsten sind, beginnt. Die am Boden

sitzende dicke Krystallmasse ist gewöhnlich etwas grau, worin jedoch für den Verkauf kein Hinderniß liegt. Man zerschlägt sie, spült sie in konzentrirter Boraxlösung ab, trocknet sie, entfernt durch ein Sieb die zu kleinen Stücke und verpackt die nun fertige Waare in kleinen Fässern von Netto 60° K.

Eigenschaften des Borax. Der gewöhnliche, in prismatischen Krystallen krystallisirte Borax enthält in 100 Theilen 16,38 Natron, 36,51 Borsäure und 47,11 Wasser. Er besitzt einen süßlichen, etwas laugenhaften Geschmack und reagirt alkalisch, erfordert 12 Theile kalten Wassers zu seiner Lösung, löst sich dagegen schon in dem Doppelten seines Gewichtes kochenden Wassers. An trockener Luft verwittert er unter Verlust eines Theiles seines Krystallisationswassers, wobei er seine Durchsichtigkeit verliert. Im Dunkeln gerieben phosphoreszirt er. Bei einer den Siedpunkt des Wassers nur wenig übersteigenden Hitze schmilzt er theilweise in seinem Krystallisationswasser, bildet aber, so wie sich dieses theilweise verflüchtigt, eine feste Masse, die bei fernerem Erhitzen unter Entweichen der letzten Antheile Wasser zu einer weißen schwammigen Masse ungemein stark aufschwillt. Bei noch höher steigender Temperatur schmilzt diese endlich zu einem ganz klaren, auch nach dem Erkalten durchsichtig bleibenden Glase, dem Boraxglase, zusammen.

Außer dem hier beschriebenen prismatischen Borax kommt, obwohl selten, eine zweite Sorte im Handel vor, der nach seiner Krystallform sogenannte oktaëdrische Borax, welcher nur 30,64 Prozent Krystallisationswasser enthält. Um ihn fabrikmäßig zu gewinnen, wird die zum Krystallisiren hingestellte Boraxlösung so stark konzentrirt, daß sie bei 100° C. ein spezifisches Gewicht von 30° Baumé zeigt, wo dann die Krystallisation bei 79° beginnt und bei 56° beendigt ist, worauf man sofort die Mutterlauge abziehen muß, damit kein prismatischer Borax über den Krystallen des oktaëdrischen anschieße. Der so gewonnene Borax ist gewöhnlich unvollkommen krystallisirt und bildet harte, fest zusammenhängende Krusten, weßhalb er im Handel auch wohl den ganz unrichtigen Namen geschmolzener Borax führt.

Der glühend geschmolzene Borax wirkt auf mehrere Metalloxyde kräftig auflösend und stellt mit ihnen zum Theil sehr schön gefärbte Glasflüsse dar, worauf sich seine Anwendung zu Löthrohrversuchen gründet. So bildet er mit Chromoxyd ein grünes, mit Kobaltoxyd ein blaues, mit Manganoxyd ein violettes, mit Kupferoxyd ein hellgrünes, mit Zinnoxyd ein milchweißes, mit Eisenoxydul ein bouteillengrünes, mit Nickeloxyd ein hell smaragdgrünes Glas.

Mit schmelzenden Metallen in Berührung bildet der Borax auf ihrer Oberfläche einen glasigen Ueberzug, der in doppelter Hinsicht günstig auf den Schmelzprozeß einwirkt, einmal, indem er den Luftzutritt verhindert, und das Metall vor der Oxydation schützt, sodann aber auch, indem er das etwa schon gebildete Oxyd auflöst und eine rein metallische Oberfläche erzeugt. Man kann zwar nicht sagen, daß der Borax das Metall leichter schmelzbar macht, aber bei den meisten schmelzenden Metallen und Legirungen übt selbst ein feiner Oxydüberzug einen ungemein störenden Einfluß auf die Leichtbeweglichkeit oder Dünnflüssigkeit derselben, und verhindert sie, beim Gießen die Form vollkommen zu füllen. Verbindet sich nun aber diese Oxydkruste mit Borax zu einer leichtflüssigen glasartigen Verbindung, so fällt die störende Einwirkung des Oxydes weg und das geschmolzene Metall vermag nun in dem seiner Natur nach ihm zukommenden Flüssigkeitsgrade aufzutreten. Aus diesem Grunde ist der Borax beim Gießen vieler Metalle, sowie beim

Löthen von Eisen, Kupfer, Messing, Silber, Gold und anderen Metallen ein ganz unschätzbares und unentbehrliches Hülfsmittel.

Der Borax bildet mit Schellack, in dem Verhältniß von 1 Borax gegen 5 dieses Harzes, eine in Wasser lösliche, firnißartige Verbindung.

Außer zu den genannten technischen Zwecken findet Borax auch in der Medizin als äußerliches Heilmittel Anwendung.

Boraxsäure, Borsäure. Diese, aus dem nicht metallischen Grundstoff Bor und Sauerstoff bestehende Säure hat ihren Namen von dem Borax erhalten, in welchem sie den einen Hauptbestandtheil ausmacht, und aus welchem allein sie früher dargestellt wurde. Man fand sie später an den Wänden einiger Höhlen bei Sasso im nördlichen Italien, woselbst sie in Verbindung mit Wasserdampf dem vulkanischen Erdboden entströmt und sich in Gestalt kleiner schmutzig weißer Blättchen an dem Gestein niederschlägt. Sie führt als Mineral den Namen Sassolin.

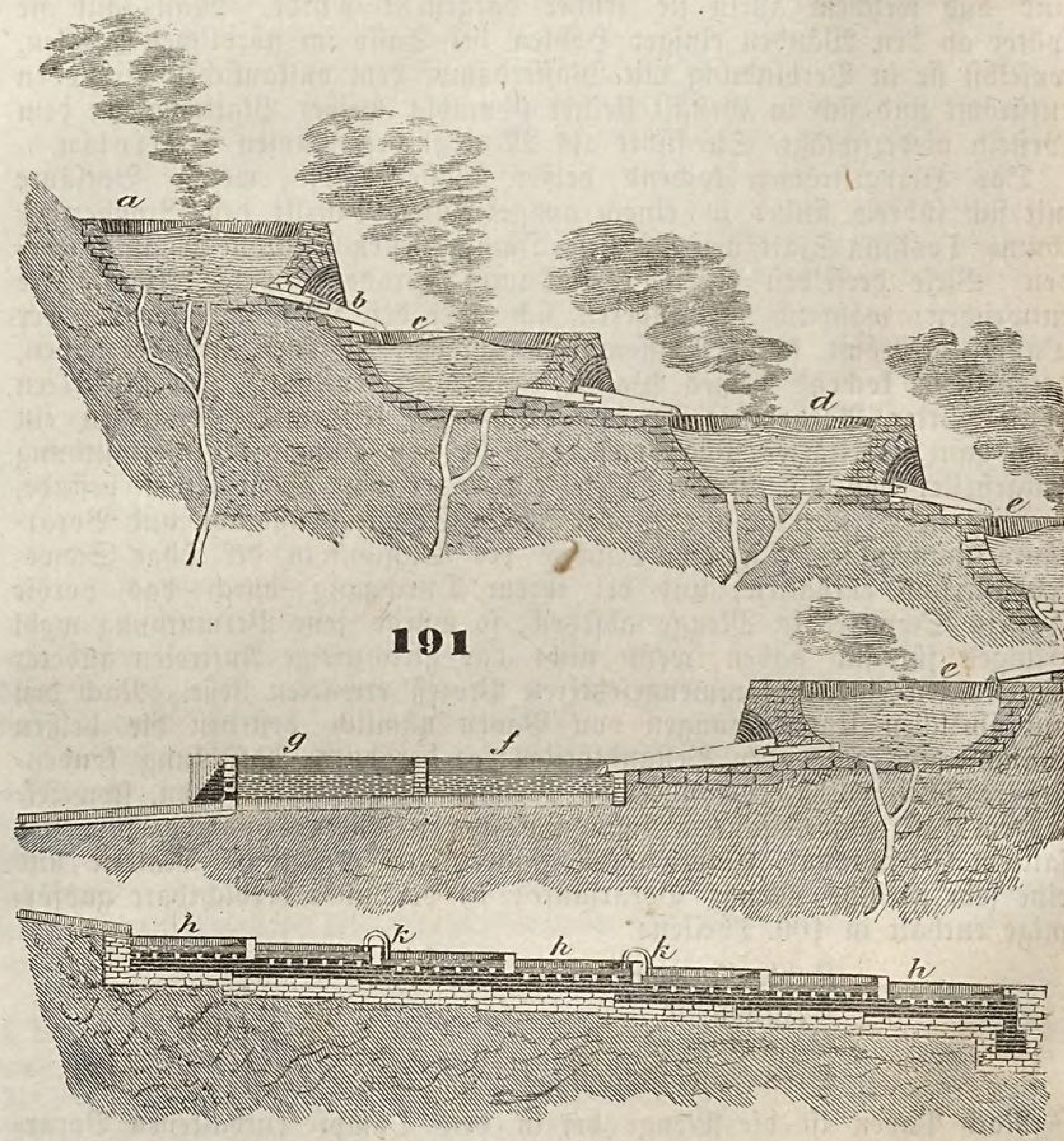
Das Hervorströmen kochend heißer Wasserdämpfe, welche Borsäure mit sich führen, findet in einem ausgedehnten Distrikt des Großherzogthums Toskana Statt, woselbst diese Dampfquellen Suffioni genannt werden. Viele derselben lassen den Dampf geradezu in die Atmosphäre entweichen, während bei anderen sich über der Oeffnung, welcher der Dampf entströmt, kleine Wasseransammlungen, Lagonen, gebildet haben, deren stets kochend heißes Wasser Borarsäure enthält. Das Auftreten von isolirter Borarsäure ist hinsichtlich des Ursprunges derselben ein noch ganz unerklärtes Phänomen, doch ist von Dumas die Vermuthung aufgestellt, daß sich in der Tiefe ein Lager von Schwefelbor befinde, welches in Berührung mit Wasser sich in Schwefelwasserstoff und Borarsäure umwandle. Da die Dämpfe der Suffioni in der That Schwefelwasserstoff enthalten, und bei ihrem Durchgang durch das poröse Gestein Schwefel in Menge absetzen, so würde jene Vermuthung wohl Einiges für sich haben, wenn nicht das gleichzeitige Auftreten anderer Substanzen einen zusammengesetzteren Prozeß erwarten ließe. Nach den ausführlichen Untersuchungen von Payen nämlich bestehen die heißen Dämpfe aus folgenden Bestandtheilen: a) der durch Abkühlung kondensirbare Theil enthält veränderliche Mengen von Wasser, Thon, schwefelsaurem Kalk, schwefelsaurem Ammoniak, schwefelsaurer Thonerde, schwefelsaurem Eisenoxydul, Chlorwasserstoffsäure, eine organische Materie und eine sehr geringe Menge Borarsäure; b) der nicht verdichtbare gasförmige enthält in 100 Theilen:

Kohlensäuregas	57,30	100.
Stickstoffgas	34,81	
Sauerstoffgas	6,57	
Schwefelwasserstoffgas	1,32	

Nach Payen ist die Menge der in dem Dampfe enthaltenen Borarsäure so außerordentlich klein, daß durch bloße Verdichtung der Dämpfe die Gewinnung der Säure kaum möglich sein würde. Befindet sich aber über der Ausströmungsöffnung ein mit Wasser gefüllter Raum, so wird dieses Wasser in kurzer Zeit sehr reich an Borarsäure. Dieser scheinbare Widerspruch erklärt sich sehr genügend, wenn man annimmt, daß die Gesteinsschichten, durch welche die Dämpfe ihren Weg nehmen, mit abgelagerter Borarsäure durchdrungen sind. In jenen Zeitintervallen, wo das Ausströmen der Dämpfe nachläßt, sinkt das Wasser in den Dampfkanal hinab, löst hier von der abgesetzten Borarsäure auf, und wird gleich darauf durch den Dampfdruck wieder in die Höhe getrieben. Ohne auf die rein theoretische Frage weiter einzugehen, wollen wir

nur das so sehr interessante Verfahren der Borarsäuregewinnung nach dem ausführlichen Berichte Payens*) in der Kürze schildern.

Es waren im Jahre 1841 neun Fabriken von fast gleicher Einrichtung vorhanden, wie sie nach vielen fruchtlosen Versuchen von Larderelle erfunden worden ist. Diese Fabriken, in Entfernungen von etwa 3- bis 6000 Fuß von einander, sind natürlich an solchen Stellen angelegt, wo sich mehrere starke Suffioni nahe bei einander vorfinden. Man bildet von grobem Mauerwerk über, oder vielmehr um die Ausströmungsöffnungen Bassins, welche im Innern gut verputzt werden, wie nachstehende Figur 191 zeigt, und welche am besten in verschie-

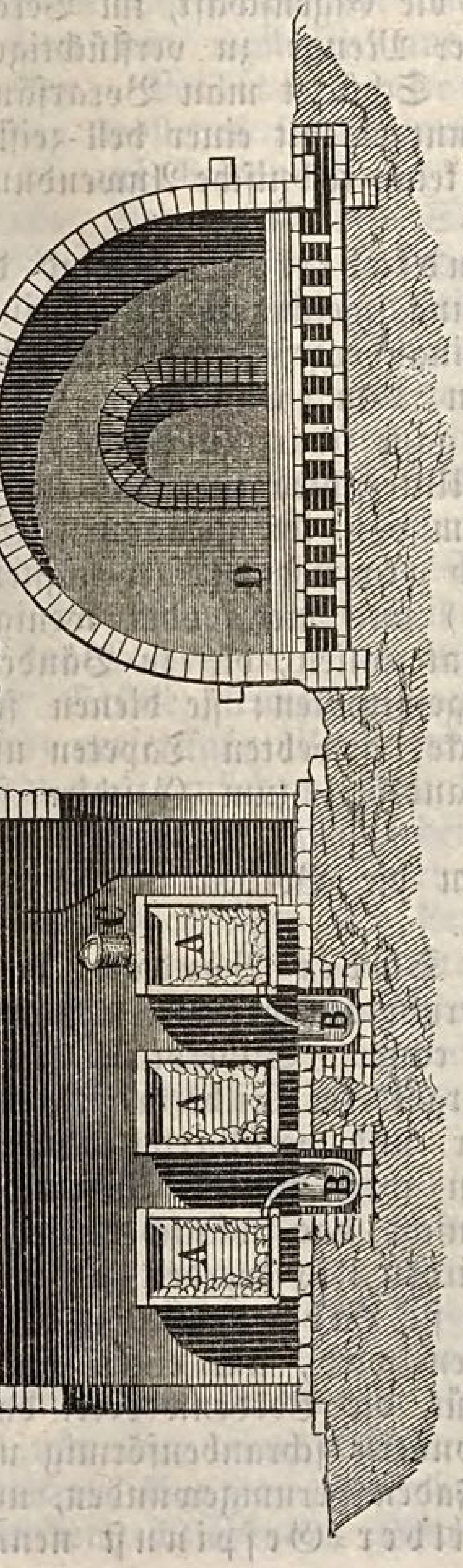


191

dener Höhe liegen. In das höchstgelegene a leitet man aus benachbarten Quellen Wasser. Nachdem dasselbe 24 Stunden in dem Bassin verweilt und Borarsäure aufgenommen hat, während welcher Zeit es durch den einströmenden Dampf bald zum Kochen erhitzt und beständig in Bewegung erhalten wird, läßt man es durch eine Rinne b in das zweite Bassin c laufen, wo es wieder 24 Stunden verbleibt, und noch mehr Borarsäure aufnimmt. Nach 24 Stunden läßt man das Wasser in das dritte Bassin d, und nach abermaligen 24 Stunden in

*) Annales de Chimie et de Physique. Bd. 76 pag. 247.

das vierte e ab. Natürlich wird das erste Bassin, so wie es entleert ist, sogleich mit frischem Quellwasser gefüllt, so daß alle 4 Bassins beständig in Thätigkeit bleiben. Das aus dem vierten Bassin abfließende Wasser zeigt gewöhnlich 1 oder 1,5° Baumé und wird in einen flachen Behälter f von 20 Fuß im Quadrat und 3½ Fuß Tiefe abgelassen, in welchem es 24 Stunden verbleibt, um nach dem Absetzen des Schlammes ziemlich geklärt in einen zweiten Behälter g abgelassen zu werden, worin es abermals 24 Stunden verbleibt. Es folgt nun das Abdampfen. Hierzu dienen zwei Reihen bleierner Pfannen h von 8 Fuß im Quadrat und 14 Zoll Tiefe, jede Reihe von 7 oder 8 Stück, welche in abnehmendem Niveau angelegt sind. Sie ruhen auf starken hölzernen Balken, zwischen welchen und dem darunter befindlichen Mauerwerk ein freier Zwischenraum bleibt. In diesen leitet man bei i den Dampf einiger benachbarten Suffioni, welcher nun unter der Batterie der Abdampfungspfannen fortstreicht und, ohne daß irgend Brennmaterial erforderlich wäre, die Abdampfung unterhält. Man füllt zuerst die zwei oberen Pfannen jeder Reihe, und läßt die Flüssigkeit 24 Stunden darin, während welcher Zeit sie auf die Hälfte ihres anfänglichen Volumens abnimmt; zieht sie dann durch einen Heber k in die nächsten zwei Pfannen, und so fort. In den letzten drei Pfannen wird die Mutterlauge aus den Krystallisationsgefäßen zugesetzt und nach 24 Stunden eine konzentrirte Lösung von Borarsäure gewonnen, welche bei 78 bis 85° C. 10 bis 11° Baumé zeigt. Diese kommt nun in die Krystallisationsgefäße A Fig. 192, nämlich hölzerne, mit Blei ausgefütterte Fässer von 2½ Fuß Durchmesser und 3½ Fuß Höhe, die in gemauerten Kammern aufgestellt sind. Nach beendigter Krystallisation läßt man die Mutterlauge in die Sümpfe B ab, nimmt die auskrystallisirte Borarsäure aus den Fässern und wirft sie zum Ablecken in Körbe C. Aus diesen kommt sie sodann zum völligen Trocknen in die Trockenkammer D, deren Sohle aus Fliesen besteht, welche durch Wasserdämpfe benachbarter Suffioni erhitzt werden. Die feuchte Borarsäure wird in einer 3 bis 4 Zoll dicken Schicht auf den Fliesen ausgebreitet und von Zeit zu Zeit mit einer Schaufel gewendet. Die fertige Borarsäure wird endlich in Säcken nach Pomerance transportirt, hier in Fässer verpackt und nach Livorno geschickt, von wo sie in den Handel kommt.



192

Die verschiedenen Fabriken enthalten, je nach der Anzahl der ihnen zu Gebote stehenden Dampfquellen, von einer bis zu 5 Batterien, jede von 14 bis 16 Abdampfpfannen, und von 3 bis 35 Bassins oder Lagoni. Die größten der Bassins haben 50 bis 70 Fuß im Durchmesser, die kleinsten 14 bis 17 Fuß, ihre Tiefe varirt zwischen 5 und 8 Fuß. Die gewonnene Borarsäure ist keineswegs rein, und scheint leider von Jahr zu Jahr sich zu verschlechtern; nicht selten betragen die beigemischten Unreinigkeiten, besonders Gyps, über 25 Prozent.

Die Gesammt-Ausbeute an Borarsäure betrug im Jahre 1841 750000 K°; und sie dient, wie in dem vorhergehenden Artikel gezeigt wurde, zur Fabrikation des Borax.

Reine Borarsäure wird am besten aus fertigem raffinirten Borax dargestellt, indem man denselben in einem gleichen Gewichte kochenden Wassers auflöst und hierauf Schwefelsäure mit einer gleichen Gewichtsmenge Wasser verdünnt so lange zusetzt, bis die Flüssigkeit das blaue Lackmuspapier stark röthet. Beim Erkalten krystallisirt die Borarsäure in zarten weißen Blättchen aus, von welchen nach dem völligen Erkalten die Mutterlauge, welche schwefelsaures Natron enthält, abgegossen wird. Die Borarsäure legt man zwischen mehrfach doppeltes Löschpapier und preßt sie in einer kräftigen Presse beinahe trocken, worauf sie wieder in wenig kochendem Wasser aufgelöst, nach dem Auskrystallisiren wieder gepreßt und auf dieselbe Art so lange behandelt wird, bis eine Probe in Wasser gelöst und mit etwas Salzsäure versetzt durch Zusatz von Chlorbaryum nicht mehr getrübt wird.

Die reine Borarsäure ist weiß und geruchlos, von schwachem, bitterlich salzigem Geschmack, in kaltem Wasser schwer, in heißem leicht löslich. Zum Glühen erhitzt schmilzt sie zu einem durchsichtigen Glase und ist also feuerbeständig. Nichtsdestoweniger hat sie die Eigenschaft, im Verein mit kochenden Wasserdämpfen sich in geringer Menge zu verflüchtigen. In Weingeist ist sie nicht ganz unauflöslich. Schüttet man Borarsäure in Weingeist und entzündet denselben, so brennt er mit einer hell zeisiggrünen Flamme. Die reine Borarsäure findet keine technische Anwendung.

Borden. Gleich den Bändern (s. Bandfabrikation) sind die Borden schmale Gewebe verschiedener Gattung, welche im Allgemeinen durch die im Artikel Weberei näher auseinandergesetzten Hülfsmittel hervorgebracht werden. Die Grenze zwischen dem, was man Band, und dem, was man Borde nennt, ist kaum ganz scharf zu ziehen; doch beruht ein den Sprachgebrauch bestimmender Unterschied einerseits in der Beschaffenheit der Waare, andererseits in dem von ihr gemachten Gebrauch. Borden sind nämlich der Regel nach gemusterte (wenigstens geköperte, niemals leinwand- oder taftartige) und mehr oder weniger dicke, schwere Gewebe, zum Theil aus Materialien, die zu Bändern nicht angewendet werden, namentlich Metallgespinnsten; sie dienen fast ausschließlich zum Besetzen der Kleidungsstücke, gewebten Tapeten und gepolsterten Möbel, einige Arten als Bestandtheil zum Geschirr für Reit- und Wagenpferde.

Ihrem Hauptbestandstoffe nach kann man die Borden in Metallborden, wollene und seidene Borden abtheilen.

Metallborden sind entweder Gold- oder Silber-Borden, beide echt oder unecht. Diese Unterscheidung beruht auf der Art des dazu angewendeten Drahtes, welcher entweder echter Silberdraht (aus feinem Silber) oder echter Golddraht (d. h. vergoldeter Silberdraht) oder unechter Gold- und Silberdraht (vergoldeter und versilberter Kupferdraht) ist. Da alle diese Drahtgattungen in ihrer natürlichen runden Gestalt das Gewebe zu wenig füllen, auch nicht das wünschenswerthe reiche und glänzende Ansehen darbieten würden, so werden sie nicht anders als im geplätteten Zustande, wo man sie Lahn nennt, zu Borden verarbeitet; ja in den allermeisten Fällen wird, um einen dicken und geschmeidigen metallglänzenden Faden für die Bordenweberei darzustellen, der Lahn nicht geradezu verwebt, sondern schraubenförmig um einen seidenen, baumwollenen oder leinenen Faden herumgewunden, und so das erzeugt, was man Gold- und Silber-Gespinnst nennt.

Es dient hierzu eine eigene Maschine, die Spinnmühle, auf welcher 8, 12 bis 20 Gespinnstfäden zugleich verfertigt werden. Die wichtigsten und gebräuchlichsten Arten der Gold- und Silberborden sind folgende: Atlasborden, Kette und Einschuß ganz aus Gold- oder Silbergespinnst, dem Gewebe nach 5-, 6-, 7- oder 8schäftiger Atlas, ohne Muster oder mit einbroschirten Figuren von Lahn, Chenille ꝛc. Tressen, Kette von Seide (bei unechten oft von gezwirntem Leinen- oder Baumwollgarn); Einschuß Gespinnst, welches auf beiden Seiten das gleiche Muster bildet, ohne von den Kettenfäden etwas sehen zu lassen: beide Seiten sind also recht. Stickertressen, von den vorigen dadurch verschieden, daß im Einschusse Seitenfäden mit Gespinnstfäden abwechseln, und demnach auf der rechten Seite das Muster von Gold oder Silber in seidenem Grunde, auf der unrechten das Muster von Seide in Gold- oder Silbergrund erscheint. Bandborden (Halbborden), Kette Seide, Einschuß wie bei den vorigen mit Seide und Gespinnst abwechselnd; das Gewebe bietet die Eigenthümlichkeit dar, daß die Figuren auf der rechten Seite von dem Gespinnst-Einschuß, auf der unrechten Seite von der Kette gebildet werden. Lahnborden, seidene Kette, Einschuß theilweise Gespinnst, theilweise Lahn, dessen freiliegende Theile auf der rechten Seite das Muster erzeugen.

Von den wollenen und seidenen Borden sind hauptsächlich zu bemerken: Militärborden, Kette und Einschuß gewöhnlich Seide, zuweilen wollenes Kammgarn oder Kameelhaargarn; Gewebe tressenartig, d. h. auf beiden Seiten gleich und recht. Tapezierborden, aus Wolle, Baumwolle und Seide, entweder einzeln, oder mit einander gemischt, nach Art der Bänder gewebt; die Muster werden auf der rechten Seite durch verschiedenartige Fäden einer besonderen Figurkette gebildet. Noppenborden (Wagen- und Livréeborden,) auf der rechten Seite nach Art des ungeschnittenen Sammtes mit kleinen Ringelchen oder Schleifen besetzt, welche durch die Fäden einer eigenen zum Grundgewebe nicht gehörigen Kette entstehen. Man macht sie öfters ganz aus Seide; meist aber bestehen Grundkette und Einschuß (welche beide nur auf der unrechten Seite sichtbar sind) aus leinenem Garn oder Zwirn, und die Noppen aus Seide, Kammwolle, oder Kameelhaar.

Tapezierborden, auch unechte Gold- und Silberborden werden, mehrere Stücke gleichzeitig, auf Mühlstühlen (s. Bandfabrikation, S. 112) verfertigt; alle schöneren und theureren Gattungen der Borden aber webt man auf dem schmalen Handstuhle der Posamentiere, welcher nur ein Stück zur Zeit arbeitet. Die ältere Einrichtung dieses Stuhles, nach welcher die zur Hervorbringung des Musters erforderlichen mannichfaltigen Hebungen der Kettenfäden mittelst einer Menge von Schnüren (Korden) durch sogenannte Hochkämme und Wellen bewirkt werden, ist sehr komplizirt, verschwindet aber mehr und mehr aus den Werkstätten, um einer einfacheren Konstruktion unter Benutzung der Jacquard-Maschine (s. Weberei) Platz zu machen.

Branntweinbrennerei. Wenn zuckerhaltige Flüssigkeiten der Weingährung überlassen, und die so erhaltenen Produkte der Destillation unterworfen werden, so gewinnt man ein alkoholhaltiges berauschendes Getränk, welches im Allgemeinen Branntwein genannt wird. Waren auch Wein und Bier den Alten hinlänglich bekannt, so ist dagegen die Kunst, aus ihnen den eigentlich wirksamen, berauschenden Bestandtheil abzuscheiden, eine Erfindung späterer Zeit, und scheint bei den nördlichen Völkern Europas, die bei ihrem kalten, feuchten Klima eines wärmenden, belebenden Getränkes bedurften, aufgekommen und erst durch

die Schriften von Arnold de Villa Nova und seinem Schüler Raymund Lullius von Majorka auch den südlicheren Völkern bekannt geworden zu sein.

Bei allem Unheil, welches der übermäßige Genuß des Branntweins über die zivilisirten nicht minder, wie über die rohen Völker verbreitet hat, und noch fortwährend ausübt, ist an eine Verdrängung durch andere Getränke kaum zu denken; auch bildet die Branntweinsteuer in den meisten Ländern eine zu bedeutende Staatseinnahme, als daß ernstliche Maßregeln der verschiedenen Regierungen gegen den Verbrauch des Branntweins zu erwarten wären. Bedenkt man ferner, daß der Betrieb der Brennerei für die Landwirthschaft zu einer wahren Lebensfrage herangewachsen ist, und zu einer Menge technischer Anwendungen ein unentbehrliches Material liefert: so steht um so weniger eine Beschränkung derselben in Aussicht.

Die Branntweinbrennerei zerfällt in 3 Haupt-Operationen: 1 die Bereitung einer zuckerhaltigen gährungsfähigen Flüssigkeit; 2. die Gährung derselben; 3. die Destillation. Wir werden in dem vorliegenden Artikel nur die zwei ersten zur Besprechung bringen, die Destillation dagegen, um vielfältige Wiederholungen zu vermeiden, in dem späteren Artikel Destilliren abhandeln.

Der Branntwein ist eine Mischung von ziemlich gleichen Raumtheilen Alkohol und Wasser, deren ersterer (m. s. den betreffenden Artikel) durch einen eigenthümlichen Prozeß, die Weingährung, entsteht, welche in zuckerhaltigen Flüssigkeiten, theils ohne weiteres Zuthun, theils durch Zusatz von Hefe eintritt, und worüber der Artikel Gährung näheren Aufschluß gibt. Außer diesen Hauptbestandtheilen können, falls er nicht vollständig gereinigt wurde, kleine Mengen von Fuselöl und Essigsäure darin enthalten sein, auch ertheilt man ihm häufig durch fremde Zusätze, als Kümmel, Wachholderbeeren u. dgl. einen aromatischen Geruch. Alle Früchte, Samen oder Wurzeln, aus denen gährungsfähige Säfte oder Infusionen gewonnen werden können, enthalten entweder schon fertig gebildeten Zucker, oder doch Stärke, die durch eine angemessene Behandlung in Zucker übergeht. Im gemeinen Leben nennt man alle der Weingährung unterworfene Fruchtsäfte Wein, dagegen die durch Infusion mehlartiger Samen und nachfolgende Gährung erzeugten Getränke Bier. Ganz ähnliche, obgleich im Allgemeinen weniger wohlschmeckende Getränke lassen sich aus den Säften vieler zuckerhaltiger Wurzeln, z. B. der Runkelrüben darstellen. Wein, Zider, Bier, gegohrne Branntweinmaische u. a. liefern bei der Destillation hinsichtlich des in dem Destillate enthaltenen Alkohols völlig identische Flüssigkeiten, die nur, wenn sie nicht völlig gereinigt wurden, durch eine geringe Beimischung eigenthümlicher Riechstoffe einen verschiedenen Nebengeruch und Geschmack besitzen.

Die süßen Fruchtsäfte enthalten einen eiweißstoffartigen Bestandtheil, der bei ihnen als Ferment wirkt, d. h. eine allmälig fortschreitende Gährung hervorruft; die Infusionen der Getreidekörner, selbst der gemalzten, dagegen geben erst durch absichtlichen Zusatz einer eigenthümlichen, bei der Gährung selbst entstehenden Materie, der Hefe, in Weingährung über. Bei der Bereitung von Wein und Bier, die als solche getrunken werden sollen, sucht man die Gährung zu unterbrechen, bevor die ganze Menge des vorhandenen Zuckers in Alkohol übergegangen ist, um dadurch einen mehr oder weniger süßlichen Geschmack zu erzielen. Bei Bereitung der gegohrenen Maische zum Zwecke der Branntweinbereitung dagegen läßt man sie, um möglichst viel Alkohol zu erhalten, so weit gedeihen, bis aller Zucker in Alkohol umgewandelt ist, selbst wenn auch die Flüssigkeit anfangen sollte, sich ein wenig zu säuern, weil eine

kleine Menge Essigsäure nicht nachtheilig auf das Produkt einwirkt, ja sogar durch Bildung einer kleinen Menge Essigäther den Geschmack desselben verbessert, während bei zu früh unterbrochener Gährung der noch vorhandene Zucker wenigstens für die Branntweingewinnung rein verloren sein würde.

In einigen Gegenden und Ländern, so namentlich in Großbritannien, stellt man zuerst ein fast klares Extrakt der Getreidekörner, also eine eigentliche Würze dar, die dann in Gährung versetzt wird; in andern Ländern, z. B. in Deutschland, Holland, überhaupt den meisten übrigen Ländern des nördlichen Europa, trennt man die Flüssigkeit nicht erst von den extrahirten Theilen, sondern unterwirft die ganze aus dem zuckerhaltigen Extrakt und den zum Theil noch Stärke haltenden Ueberresten der Getreidekörner bestehende Masse der Gährung und demnächst der Destillation. Die erstere dieser Methoden liefert unstreitig ein reineres, jedoch keineswegs ein reines Produkt, wie denn der englische Branntwein, Whiskey, durchgehends einen dem deutschen Gaumen fast unerträglichen Fuselgeschmack besitzt; dagegen liefert die letztere Methode unzweifelhaft eine größere Ausbeute, und bei sorgfältiger Reinigung einen ganz fuselfreien Branntwein.

Die zur Branntweinbrennerei dienlichen Flüssigkeiten und danach auch die aus ihnen gewonnenen Branntweine lassen sich in zwei Hauptarten unterscheiden, nämlich solche, die aus zuckerhaltigen Pflanzensäften, und solche, die aus Stärke haltenden Substanzen gewonnen werden.

I. Branntwein aus zuckerhaltigen Pflanzensäften.

Zu ihnen gehört zuvörderst der aus Wein, also gegohrnem Traubensaft dargestellte Franzbranntwein oder Cognac, welcher sich durch ein eigenthümliches Aroma von allen andern Branntweinarten leicht unterscheidet, obgleich auch unter den verschiedenen Sorten desselben, je nach der Weinsorte, aus der er destillirt wurde, ein sehr erheblicher Unterschied herrscht, so daß ein geübter Kenner den Franzbranntwein von Languedoc, Bordeaux, Armagnac, Cognac, Aunis, Saintonge, Rochelle, Orleans, Barcellona, Neapel u. a. recht gut unterscheidet.

Echter Franzbranntwein reagirt auf Lackmuspapier schwach säuerlich in Folge eines geringen Gehaltes an Essigsäure, auch will man Essigäther darin gefunden haben, dessen Vorkommen jedoch nach neueren Beobachtungen mindestens zweifelhaft ist. Durch längeres Lagern auf eichenen Fässern löst er eine kleine Menge von Gerbstoff aus dem Holze auf, wodurch er eine bräunliche Farbe und die Eigenschaft erlangt, mit Eisensalzen eine schwarze Farbe anzunehmen.

Um aus reinem Kornbranntwein ein dem Cognac ganz ähnliches Produkt darzustellen, bedient man sich des sogenannten Cognacöls. Es ist dieses eine der verschiedenen Aetherarten, welche durch Behandlung des Fuselöls mit Schwefelsäure unter gleichzeitigem Zusatz anderer organischer Säuren entstehen, von welchen in dem Artikel Fuselöl gehandelt werden wird, und welche in London käuflich zu haben sind.*) Auch in Frankfurt**) wird Cognacöl verkauft, von welchem wir jedoch nicht sagen können, ob es auf dieselbe Art gewonnen ist. Durch Zusatz einer sehr kleinen Menge solchen Oels, einiger Tropfen Galläpfelinfusion und gebrannten Zucker, um die braune Farbe zu erzielen, ist der Cognac täuschend nachzuahmen.

---

*) Mr. Langdale, 52. Frith-Street, Soho, London.

**) Anton Busch in Frankfurt a. M.

Neben dem Traubensaft bildet der Saft des Zuckerrohrs ein wichtiges Material zur Branntweinbereitung, nämlich zur Rumgewinnung. Dieser Saft, der, frisch ausgepreßt, 12 bis 16 Prozent Rohzucker enthält, geht, wie der Traubensaft, ohne Zusatz von Hefe in die geistige Gährung über, und liefert durch nachherige Destillation den Rum, dessen eigenthümlicher Geschmack einem in dem Zuckerrohrsaft enthaltenen ätherischen Oel, vielleicht auch einer eigenthümlichen Säure zuzuschreiben ist, welche bei der Branntweinbereitung einen dem Fusöl analogen, jedoch anders riechenden Aether bildet. Wenn Melasse oder Syrup mit der zwanzigfachen Menge reinen warmen Wassers verdünnt, die Mischung auf 25° C. erwärmt, mit dem zwölften Theile vom Gewicht des Syrups Hefe versetzt und der Gährung überlassen wird, so entsteht eine geistige Flüssigkeit von brennendem Geschmack, die durch Destillation eine Art Branntwein liefert, dem jedoch das eigenthümliche Aroma des Rums durchaus abgeht.

Wenn gleich, wie erwähnt, der rohe Zuckerrohrsaft schon für sich der Weingährung fähig ist, so geht diese doch so langsam und unregelmäßig von Statten, daß man durch Zusatz von etwas Hefe von einer vorhergehenden Gährung nachzuhelfen pflegt. Die Rumfabrikanten legen hierauf so vielen Werth, daß sie wollene Läppchen in die gährende Flüssigkeit einlegen und sie mit Hefe imprägniren lassen, um diese bis zur nächsten Zuckerernte aufzubewahren, und damit die erste Gährung einzuleiten. In Jamaika und einigen andern englischen Kolonien bereitet man zum Rum eine Mischung von 200 Quart Schlempe, 24 Quart Melasse, 144 Quart Zuckerschaum (der zum Theil schon vor anfangendem Kochen von dem Zuckerrohrsafte abgenommen wird und reich an Aroma ist), und 32 Quart Wasser, in welcher dann etwa $\frac{1}{12}$ der ganzen Flüssigkeit an krystallisirtem Zucker aufgelöst wird. Die Gährung dauert 9 bis 15 Tage, wobei das spezifische Gewicht von 1.05 auf 0.99 sinkt. Das von der ersten Destillation in einer einfachen Destillirblase gewonnene Produkt wird darauf in einer kleineren Blase nochmals destillirt und liefert so den fertigen Rum.

Die künstliche Bereitung von Rum, welche sehr im Großen betrieben wird, kommt darauf hinaus, sehr reinen, fuselfreien Branntwein mit etwas echtem Jamaika-Rum zu mischen und durch Eichenrindeextrakt zu färben. Auch durch Zusatz einer geringen Menge Butteräther zu Branntwein kann man demselben einen dem Rum sehr ähnlichen Geruch und Geschmack ertheilen. Um diesen Butteräther zu bereiten, wird Butter durch ätzende Kalilauge verseift, die Seife durch in großem Ueberschuß zugesetzte Schwefelsäure zersetzt, das Ganze mit Weingeist gemischt und destillirt, wobei eine Mischung von Weingeist mit Butteräther übergeht. Beim Behandeln des Destillates mit Wasser scheidet sich der Butteräther ab, welcher in diesem Zustande freilich keine Aehnlichkeit mit dem Geruche des Rums hat, der erst bei starker Verdünnung mit Branntwein zum Vorschein kommt. Er kommt gegenwärtig als Drogue im Handel vor. Vielleicht noch täuschender als durch Butteräther läßt sich künstlicher Rum durch Mischung von Branntwein mit einer kleinen Menge Rumäther bereiten, welcher letztere ebenfalls von den Droguisten zu beziehen ist.

Branntwein aus Rübensyrup. Die große Menge von Syrup oder Melasse, welche bei der so außerordentlichen Ausdehnung der Rübenzuckerfabrikation gewonnen wird, und in Folge des höchst widerlichen Geschmacks dieser Syrupart als Versüßungsmittel nicht wohl brauchbar ist, mußte zu der Idee führen, ihn zur Branntweinbrennerei zu benutzen. Man fand hierbei zuerst große Schwierigkeiten, weil dieser Syrup nur

schwierig und unvollständig in Gährung zu setzen war, später aber ist durch Anwendung von Schwefelsäure diese Aufgabe gelöst. Zu dem Ende wird die Melasse mit etwas Wasser verdünnt und mit verdünnter Schwefelsäure in dem Verhältniß von einem halben bis einem Theil konzentrirter Schwefelsäure auf 100 Theile Syrup versetzt, die Mischung etwa 1½ Stunden lang gekocht, dann mit mehr Wasser bis auf 7° Baumé verdünnt und bei einer Temperatur von 22° B. mit Hefe versetzt. Um die Wirkung dieser letzteren (am besten Bierhefe) zu verstärken, vermischt man sie mit etwas Gerstenmalzschrot und läßt den Teig für sich einige Tage gähren, worauf er der Melasse zugesetzt wird. Nach 2 bis 4 Tagen ist die Gährung beendigt, worauf man zur Destillation schreitet, und aus 100 Pfd. Melasse durchschnittlich 20 Quart Branntwein gewinnt. Der anfänglich widerliche Geschmack desselben verliert sich durch längere Lagerung und geht in einen entfernt rumartigen Geschmack über, weßhalb sich dieser Branntwein zur künstlichen Rumbereitung eignet.

Die süßen Säfte mehrerer Bäume, wie z. B. der Palmen, die Milch der Kokosnüsse, der Saft des Ahorn, der Esche, Birke und anderer Bäume geben, der Gährung überlassen, geistige Getränke, aus welchen branntweinartige Getränke unter verschiedenen Namen durch Destillation bereitet werden. Ueber den aus Palmsaft bereiteten Arrak ist der gleichlautende Artikel nachzusehen. Der Saft von Aepfeln, Birnen, Johannisbeeren und andern süßen Früchten ist der geistigen Gährung fähig und liefert, je nach der Menge des in ihm enthaltenden Zuckers mehr oder weniger Alkohol. Aus Kirschen wird besonders in der Schweiz und im Schwarzwalde das Kirschwasser bereitet, zu welchem Ende man die völlig reifen Kirschen, am besten die kleine schwarze Waldkirsche, ohne weiteren Zusatz in einem aufrecht stehenden Gefäß mit einer Keule zerquetscht, ohne jedoch die Steine zu zerstampfen. Ein kleiner Theil, etwa ⅙ der Kerne, wird herausgenommen, zerstampft, und auf der Oberfläche der zerquetschten Kirschenausgebreitet. Wenn nach 12 bis 15 Tagen die Gährung beendigt ist, schreitet man sofort zur Destillation, wobei die breiartige Masse zur Verhinderung des Anbrennens mittelst einer Rührvorrichtung häufig gerührt werden muß. Das so gewonnene Kirschwasser, Kirschgeist, enthält eine kleine Menge Blausäure, welche auf manche Personen äußerst nachtheilig wirkt; so behauptet der Dr. Ure, daß er selbst vor längeren Jahren durch den Genuß eines Weinglases voll Kirschgeist im Chamounithal beinahe sein Leben eingebüßt habe.

Auf gleiche Weise, wie der Kirschgeist, wird in Böhmen 2c. aus Zwetschken und Pflaumen ein sehr beliebter Branntwein, Slibowitz gewonnen, nur geht die Gährung sehr langsam von Statten, so daß die Destillation oft erst im Frühjahr vorgenommen werden kann. Ein Berliner Scheffel Zwetschken liefert etwa 4 Quart Branntwein.

Heidelbeeren, Himbeeren und Brombeeren werden ebenfalls in einigen Gegenden, in andern, so besonders in der Normandie, Aepfel und Birnen, zu Branntwein benutzt.

II. Branntwein aus Stärke haltenden Substanzen.

Schon in dem Artikel Bier ist von der Umwandlung der Stärke in Zucker durch den Malz- und den Maischprozeß gehandelt, und auch das Verfahren angegeben, wie aus den Getreidekörnern eine gute gährbare Würze darzustellen ist. Ganz auf ähnliche Art können alle Stärkemehl haltende Vegetabilien behuf der Branntweinbrennerei, wenngleich mit gewissen Abänderungen, behandelt werden. Zu diesen gehören vornehmlich die Getreidekörner, die Kartoffeln und die Hülsenfrüchte, als Bohnen, Erbsen, Wicken, Kastanien, Eicheln u. a.

1. Branntwein aus Getreidekörnern, Kornbranntwein. Alle Getreidearten können zur Branntweinbrennerei angewendet werden, und die Menge des aus ihnen zu gewinnenden Alkohols richtet sich nach ihrem Gehalt an Stärke und der kleinen Menge von unkrystallisirbarem Zucker, den sie enthalten.

Gerste und Rocken sind die in den europäischen Brennereien am häufigsten zur Anwendung kommenden Getreidearten. Die Gerste wird entweder theilweise oder auch gänzlich im gemalzten Zustande (besonders in England) verarbeitet, während man Rocken oder die andern Getreidearten nicht malzt, sondern sie nur mit einer gewissen Menge Gerstenmalz einmaischt, um durch das in diesem letzteren enthaltene Diastas die Stärke der ungemalzten Körner in Zucker zu verwandeln.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß es besser ist, mehrere Getreidearten gemischt zu verwenden, als jede einzeln für sich. Sehr gewöhnlich ist ein Gemenge von ungemalztem Rocken mit Gersten- oder Weizenmalz, weniger häufig Weizen gemengt mit Gerstenmalz. Ist der Preis des Weizens nicht zu hoch, so kann ein Gemenge von zwei Theilen Rocken, einem Theil Weizen und zwei Theilen Gerstenmalz mit bestem Erfolge angewendet werden.

Das Verfahren beim Malzen ist ganz dasselbe, wie es bei der Bierbrauerei beschrieben wurde, doch muß das gekeimte Getreide nur schwach gedarrt werden, weil jedes braune oder auch nur schwach bräunliche Malz dem Branntwein einen unangenehmen brenzlichen Geschmack ertheilt. In Schottland und Irland, wo die Konsumenten einen Geruch und Geschmack des Branntweins nach Torfrauch, dort peat-reek oder peat-flavour genannt, verlangen, darrt man das Malz bei Torffeuerung, wobei der Geruch auch auf den Branntwein übergeht.

Das Mahlen des Getreides. In diesem Punkte weicht die Branntweinbrennerei von der Bierbrauerei ab. Bei der letzteren, welche eine ganz klare Würze verlangt, wird das Material, das Malz, nur gröblich zerkleinert oder geschroten. Bei der ersteren dagegen ist es zweckmäßiger, zwar das Malz ebenfalls zu schroten, das nicht gemalzte Getreide aber sehr fein zu schroten, oder vielmehr zu grobem Mehl zu mahlen, weil die Auflösung der Stärke dadurch wesentlich gefördert und eine klare Würze gar nicht verlangt wird. Die Zeichnung einer Schrotmühle ist in dem Artikel „Bierbrauerei" nachzusehen.

Das Einmaischen. Der Zweck dieser Operation ist genau derselbe wie bei der Brauerei, nämlich die Umwandlung des Stärkmehls in Zucker durch Einwirkung des in dem Malz enthaltenen Diastas; die Ausführung aber ist weit einfacher, weil keine Würze gezogen zu werden braucht, sondern die ganze Masse, mit Einschluß der Hülsen und sonstigen darin aufgeschwemmten Theile der Gährung übergeben wird. Es kommt nur darauf an, das Malzschrot und Getreidemehl mit Wasser zu einem dünnen Brei anzurühren und ihm eine Temperatur von 50° R. zu geben, bei welcher die Zuckerbildung am besten von Statten geht. Als Behälter dient der Vormaischbottig, ein runder oder ovaler, verhältnißmäßig niedriger Bottig. Die Größe desselben hängt davon ab, ob das Durcharbeiten oder Einteigen durch Arbeiter aus freier Hand, oder durch eine Maschine verrichtet werden soll. Im ersteren Falle würde ein zu großer Bottig die ohnehin sehr anstrengende Arbeit zu sehr erschweren, im zweiten Falle ist die Größe beliebig und richtet sich nach der Ausdehnung des Betriebes. Das gewöhnliche Verfahren besteht darin, zuerst die anderthalbfache Menge Wasser von dem Quantum des einzumaischenden Schrotes oder Mehles in den Bottig zu geben; im Sommer kann dieses Wasser eine Temperatur von 36°, im Winter von 48° R.

haben. Man schüttet zuerst das Malz hinzu, rührt es mit dem Wasser durch und gibt sodann auch das übrige Getreide hinzu, worauf das Ganze so lange durchgearbeitet wird, bis alle Klümpchen zertheilt sind und ein gleichmäßiger steifer Teig gebildet ist. Der Bottig wird nun zugedeckt, eine halbe Stunde in Ruhe gelassen, und hierauf kochendes Wasser allmälig und unter stetem Durcharbeiten der Masse so lange zugesetzt, bis die Temperatur auf 50 bis höchstens 52° R. gestiegen ist. In größeren Brennereien wird diese Operation, das Gahrbrennen, wohl durch Einleiten von Wasserdampf bewerkstelligt, ein Verfahren, welches zwar bequemer ist, jedoch den Nachtheil herbeiführt, daß der kochend heiße Dampf die dem Einströmungspunkte zunächst befindliche Maische so stark erhitzt, daß das Diastas todtgebrannt wird, oder doch jedenfalls bedeutend von seiner Wirkung verliert; wogegen beim langsamen Zumischen von kochendem Wasser eine solche Ueberhitzung einzelner Theile nicht zu befürchten ist. Die Maische wird nun in kurzer Zeit viel dünner, klarer, und nimmt bald einen bemerklich süßen Geschmack an, der mehr und mehr zunimmt. Da während dieses Zuckerbildungsprozesses die Temperatur der Maische stets auf 49 bis 50° bleiben sollte, so hat man wohl die Einrichtung getroffen, den Maischbottig mit einem Mantel zu umgeben, und in den Zwischenraum Dampf einzuleiten, um so eine Erwärmung von außen zu bewirken; ist aber die Menge der Maische einigermaßen bedeutend und der Bottig fest zugedeckt, so ist während der zur Beendigung des Prozesses nöthigen Zeit von 1½ bis 2 Stunden die Abkühlung sehr unbedeutend.

Das Zukühlen der Maische. Die durch die vorhergehende Operation gewonnene zuckerhaltige Flüssigkeit sollte nun der Gährung übergeben werden, wozu sie aber theils zu konzentrirt und dickflüssig, theils zu heiß ist. Sie bedarf daher einer Verdünnung und Abkühlung. Wäre die Menge des zugesetzten kalten Wassers beliebig, so würde es hinreichen, mit dem Zusatz von recht kaltem Wasser so lange fortzufahren, bis die Temperatur auf den für die Gährung günstigen Grad von 16 bis 18° R. herabgebracht ist. Seitdem jedoch in vielen Ländern, besonders den Staaten des deutschen Zollvereines die Branntweinsteuer nach dem Maischraum, also nach dem Volumen der gährenden Maische erhoben wird, sieht sich der Branntweinbrenner genöthigt, die Maische so wenig wie möglich zu verdünnen, um aus einem gegebenen Volumen gährender Maische eine möglichst große Ausbeute an Branntwein zu gewinnen, und zu dem Ende die Verdünnung so weit zu beschränken, wie dieß ohne Benachtheiligung der Gährungsfähigkeit irgend thunlich ist. Während früher das Verhältniß von 8 bis 9 Gewichtstheilen Wasser auf 1 Theil Schrot gebräuchlich war, ist man gegenwärtig auf das Verhältniß von 6 bis 5 : 1, ja selbst auf 4 : 1 herabgekommen, ein Verhältniß, welches durch Anwendung der sehr kräftig wirkenden künstlichen Hefe ermöglicht ist. Hierauf bezieht sich der Ausdruck „Dickmaischen.“ Es ist nun klar, daß die zuläßige kleine Menge kalten Wassers bei weitem nicht hinreicht, um die Temperatur der Maische von 50° auf 18° herabzubringen, weßhalb man sich denn genöthigt sieht, die Maische schon vor dem Zusatz des kalten Wassers durch andere Mittel zu kühlen. In vielen Brennereien bedient man sich hierzu der Kühlschiffe, wie solche zum Kühlen der Bierwürze allgemein gebräuchlich sind, nur mit dem Unterschiede, daß die Branntweinmaische ihrer Dickflüssigkeit wegen eines beständigen Rührens bedarf. Gleichwohl führt diese Kühlmethode, bei welcher die Maische mit dem atmosphärischen Sauerstoff in vielfältige Berührung kommt, besonders während der warmen Jahreszeit leicht den Nachtheil mit sich, daß sich die Maische

durch die Bildung von Essigsäure säuert, mithin einen Verlust von Alkohol erleidet. Aus diesem Grunde verdienen andere Kühlvorrichtungen den Vorzug, besonders der in dem Artikel Abkühlung beschriebene Wagenmann'sche Kühlapparat.

Begreiflicher Weise muß sich die Temperatur, bis zu welcher man die Kühlung der Maische treibt, richten nach der Menge des nachher zuzusetzenden Kühlwassers, nach der Temperatur desselben und nach der für die Gährung beabsichtigten Temperatur.

Lüdersdorff gibt in dieser Beziehung die folgenden Zahlenwerthe, unter der Voraussetzung, daß das Verhältniß des Schrotes zum Wasser ungefähr wie 1 : 4½, und die zum Anstellen für die Gährung gewünschte Temperatur 18° R. betrage:

Beträgt die Temperatur des Zukühlwassers:

14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1° R.,

so ist die Maische abzukühlen auf:

20¾, 21½, 22, 22¾, 23½, 24, 24¾, 25½, 26, 26¾, 27½, 28, 28¾, 29½° R.

Nachdem nun die Maische entweder auf dem Kühlschiff oder mittelst eines Kühlapparates in dem Maischbottig zu der erforderlichen Temperatur abgekühlt worden, setzt man ihr einen Theil des Zukühlwassers zu, bringt sie in den Gährbottig, benutzt den Rest des Zukühlwassers um den Maischbottig und die Kühlvorrichtung nachzuspülen, und bringt auch dieses Spülwasser in den Gährbottig.

Die Menge des gleichzeitig einzumaischenden Schrotes richtet sich natürlich nach dem Inhalt des Gährbottigs und nach dem Verhältniß zwischen Schrot und Wasser; auch muß darauf Rücksicht genommen werden, daß der gährenden Maische der nöthige Raum zum Steigen verbleibe, welchen man zu $^1/_{10}$ des ganzen Inhaltes annehmen kann.

Erfahrungsmäßig nehmen 100 Pfund Schrot nach dem Einmaischen den Raum von 75 Pfund oder 30 Quart Wasser ein, woraus folgt, daß die 100 Pfund Schrot bei dem Verhältniß des Schrotes zum Wasser von

1 : 7,	1 : 6,	1 : 5,	1 : 4½,	1 : 4	an Maische geben
310,	270,	230,	210 ,	190	Quart.

Gesetzt der Rauminhalt des Gährbottigs betrage 4000 Quart, so bleibt nach Abzug des zehnten Theiles, also 400 Quart Steigraum, noch 3600 Quart Raum für die Maische übrig. Wäre nun das Verhältniß des Schrotes zum Wasser wie 1 : 4½ festgestellt, so würden nach der Proportion $210 : 100 = 3600 : 1714^2/_7$ Pfund Schrot mit $3085^5/_7$ Pfund Wasser einzumaischen sein.

Die Gährung. Auch in Betreff dieses wichtigen Theils weicht die Branntweinbrennerei von der Bierbrauerei in sofern ab, als es sich bei ihr nicht um ein wohlschmeckendes und haltbares Getränk, sondern lediglich um die Bildung einer möglichst großen Menge Alkohols in kurzer Zeit handelt. Man sucht aus diesem Grunde durch Zusatz einer größeren Menge recht kräftiger Hefe eine möglichst vollständige Vergährung des Zuckers zu erzielen, und bedient sich gewöhnlich der schneller verlaufenden Obergährung; obwohl auch unter Umständen, besonders um den nöthigen Steigraum zu vermindern und an Maischsteuer zu sparen, die langsamere, weniger Schaum bildende Untergährung sich empfehlen kann.

Die Gährbottige, runde oder ovale Bottige, dürfen weder zu klein noch zu groß sein; im ersteren Falle ist die Maische zu sehr dem äußeren Temperaturwechsel und dadurch einer Störung im regelmäßigen Verlaufe der Gährung ausgesetzt, im anderen Falle steigt die bei der

Gährung sich entwickelnde Wärme zu hoch, was eine zu rasche Gährung, mithin zu starkes Steigen und bedeutenden Verlust an Alkohol durch Verdunstung zur Folge hat. Die Erfahrung hat sich für einen Rauminhalt von 2 bis 3000 Quart oder etwa 100 preuß. Kubikfuß als den zweckmäßigsten entschieden, wonach die Gährbottige bei einem Durchmesser von 6 Fuß eine Höhe von 4 Fuß haben würden. Der Zusatz der Hefe, das Anstellen, Stellen, geschieht folgendermaßen. Man nimmt von der Maische vor dem Zukühlen etwa 5 Eimer, kühlt sie in einem kleinen Hefenfasse durch Zusatz von etwas kaltem Wasser auf 24° R. ab, und setzt ihr die ganze Menge der für die vorhandene Maische erforderlichen Bier- oder Preßhefe zu. Sobald in dieser abgesonderten Masse die Gährung lebhaft eingetreten ist, rührt man sie durch, und setzt sie der inzwischen gehörig zugekühlten Maische in dem Gährbottige zu, mit welcher man sie durch anhaltendes Rühren aufs Innigste vermengt. Von guter Bierhefe sind etwa ¾ Quart, von Preßhefe 5 Loth auf je 100 Pfund Schrot erforderlich, um eine lebhafte Gährung einzuleiten.

Da Bier- und Preßhefe nicht immer gut und zu niedrigem Preise zu haben sind, so ist in den meisten Brennereien die Selbstbereitung einer guten Hefe gebräuchlich. Ohne die vielen zum Theil sehr weitläufigen Vorschriften zur Bereitung künstlicher Hefe durchzugeben, wollen wir nur eine bewährte Methode hier beschreiben. Auf je 100 Pfund zu verarbeitenden Schrotes werden 4 Pfund Malzschrot und 2 Pfund geschrotener Rocken mit 15 Pfund Wasser eingemaischt, wobei die Temperatur am besten 56° R. beträgt; sodann 6 Quart ungegohrne gewöhnliche Getreidemaische zugesetzt und das Ganze etwa 32 Stunden sich selbst überlassen. Die Temperatur sinkt während dem auf 20° und die Maische hat sich bemerklich gesäuert. Man setzt nun 6 Loth zerrührte Preßhefe hinzu, wodurch die Masse bald in Gährung geräth, und nach etwa 16 Stunden den höchsten Grad derselben erreicht, wo sie nun zum Anstellen der Maische bereit ist. Es versteht sich daher, daß man die Bereitung dieser künstlichen Hefe oder Hefenmaische 48 Stunden vor dem Zeitpunkte beginnen muß, wo die zu stellende Maische stellrecht wird. Ist die Darstellung solcher Hefenmaischen ein Mal in geregeltem Gange, so kann bei ihrer ferneren Bereitung die Anwendung von Preß- oder Bierhefe ganz umgangen werden, indem man jedes Mal einen Theil der vorhandenen Hefenmaische zum Anstellen einer neuen Portion verwendet (Mutterhefe). Sollte, was besonders im Sommer bei höherer Temperatur eintritt, die Hefenmaische übermäßig sauer werden, so kann durch Zusatz von etwas Soda oder Pottasche die Säure theilweise neutralisirt werden; doch würde es dem Zwecke widersprechen, die Säure vollständig zu sättigen, weil gerade eine (durch die gebildete Milchsäure) mäßig saure Hefe weit kräftiger gährungerregend wirkt, als eine ganz neutrale. Die zur Bereitung der Hefenmaische dienenden Gefäße müssen äußerst reinlich gehalten und, um das Eindringen der sauren Flüssigkeit in das Holz zu vermeiden, am besten sowohl innen wie an der Außenseite mit Oelfarbe angestrichen werden.

Nachdem nun die in dem Gährbottige befindliche Maische gestellt worden, tritt nach 3 bis 5 Stunden die Gährung ein, wobei sich die Temperatur auf 24 bis 26° R. erhöht. Die Oberfläche bedeckt sich mit einem feinen weißen, nach und nach dicker und durch beigemischte Hülsen und unzersetzte Theile des Schrotes dunkler werdenden Schaume, der zuletzt eine dicke Decke bildet, welche an einzelnen Stellen von aufsteigendem weißen Schaum durchbrochen wird. Die Gährung ist gewöhnlich in 3, höchstens 4 Tagen beendet, wo sich dann die Reife der

Maische an einem zugleich sauren und geistigen Geschmack und Geruch zu erkennen gibt.

Die gegohrne Maische muß nun sofort zur Destillation auf die Destillirblase oder in den Vorwärmer gebracht werden.

2. Branntwein aus Kartoffeln.

Die Benutzung der Kartoffeln zur Branntweinbereitung ist in neuerer Zeit, besonders in Deutschland, zu einer so großen Ausdehnung herangewachsen, daß sie in den meisten Gegenden die Verwendung der Getreidekörner fast ganz verdrängt hat. Diese für die Landwirthschaft so einflußreiche Umgestaltung ist wohl hauptsächlich durch die Vervollkommnung im Einmaischen der gekochten Kartoffeln und in der Entfuselung des Kartoffelbranntweins möglich geworden, durch welche gegenwärtig die Ausbeute an Branntwein nur um ein Geringes hinter der theoretisch berechneten Menge zurückbleibt, und ein völlig reines fuselfreies Produkt erzielt wird. Auch die ökonomischen Vortheile sprechen unter den gewöhnlichen Verhältnissen entschieden zu Gunsten der Kartoffeln; denn während ein Morgen Landes etwa 8 Scheffel Rocken liefert, erzeugt dieselbe Bodenfläche mit ziemlich gleichen Kosten der Bearbeitung 100 Scheffel Kartoffeln. Jene 8 Scheffel Rocken aber liefern 154 Quart, die 100 Scheffel Kartoffeln aber 1000 Quart Branntwein von 50 Prozent Tralles, also über die 6fache Menge von der des Rockens. Stärkmehlreiche Kartoffeln eignen sich zur Brennerei besser, als wässrige, schliefrige Kartoffeln, auch richtet sich die Ausbeute nach dem Alter derselben; da die Kartoffeln, auch bei guter Aufbewahrung, im Frühjahre auszuwachsen und zu verderben anfangen, so beschränkt sich die Kartoffelbrennerei auf den Herbst und Winter. Sie zerfällt in die folgenden Operationen:

Das Waschen der Kartoffeln ist nur bei den auf thonigem Boden gewachsenen erforderlich, wogegen die in leichtem Boden gewonnenen gewöhnlich schon ohne Waschung rein genug sind, da die kleine Menge ihnen anhängender Erde die fernere Bearbeitung nicht erschwert. Man bedient sich zum Waschen großer Lattentrommeln, welche horizontal in einem mit Wasser gefüllten Kasten umgedreht werden. Es ist zweckmäßig, diese Waschtrommel gleich über dem Kochfasse anzubringen, so daß die gewaschenen Kartoffeln ohne weiteren Transport in die Kochfässer fallen.

Das Kochen der Kartoffeln geschieht durch Dampf. Es dient hierzu ein mehr hohes als weites Faß von starken Dauben aus Kiefernholz angefertigt. Die Größe richtet sich ganz nach der Ausdehnung des Betriebes, kann aber durchschnittlich, um etwa 30 Scheffel Kartoffeln aufzunehmen, eine Höhe von 8 Fuß bei einem inneren Durchmesser von 3 Fuß haben. Das Faß ist oben durch einen starken Boden dicht verschlossen, in dessen Mitte eine weite Oeffnung zum Einschütten der Kartoffeln angebracht ist. Um während des Dämpfens auch diese Oeffnung dampfdicht zu verschließen, ist es zweckmäßig, sie mit einem aufstehenden, oben in eine Schärfe auslaufenden eisernen Rande zu versehen, auf welchen eine starke hölzerne Platte mittelst einer Schraube fest angedrückt wird. In geringer Entfernung über dem unteren Boden ist ein durchlöcherter doppelter Boden angebracht, durch welchen das beim Dämpfen der Kartoffeln sich verdichtende Wasser abfließt; unmittelbar über diesem Doppelboden enthält die Seitenwand des Fasses eine ziemlich große viereckige Oeffnung zum Herausnehmen der gargekochten Kartoffeln, welche natürlich während der Dämpfung durch einen genau schließenden hölzernen Pflock verschlossen bleibt. Das kupferne Dampfrohr tritt nicht weit unter dem oberen Boden in das Faß ein, damit

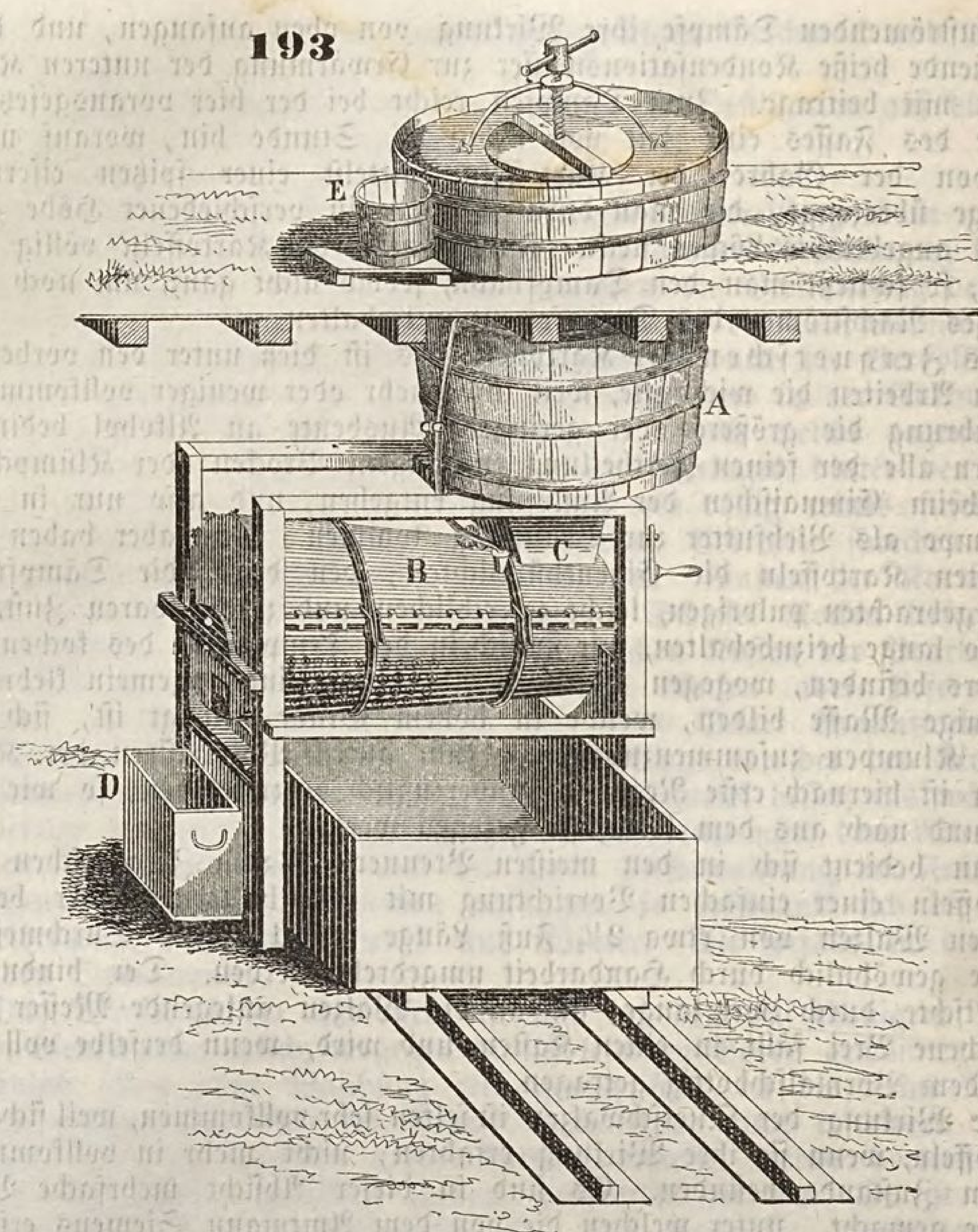
die einströmenden Dämpfe ihre Wirkung von oben anfangen, und das abfließende heiße Kondensationswasser zur Erwärmung der unteren Kartoffeln mit beitrage. Zum Dämpfen reicht bei der hier vorausgesetzten Größe des Fasses eine Zeit von 1 bis 1½ Stunde hin, worauf man sich von der Gahre der Kartoffeln mittelst einer spitzen eisernen Stange überzeugt, die man durch mehrere in verschiedener Höhe des Fasses angebrachte Löcher steckt. Findet man die Kartoffeln völlig erweicht, so schließt man den Dampfhahn, jedoch nicht ganz, um noch ein geringes Nachströmen des Dampfes zu unterhalten.

Das Zerquetschen der Kartoffeln. Es ist dieß unter den vorbereitenden Arbeiten die wichtigste, weil ihre mehr oder weniger vollkommene Ausführung die größere oder geringere Ausbeute an Alkohol bedingt, insofern alle der feinen Zertheilung entgangene Brocken oder Klümpchen auch beim Einmaischen der Auflösung entgehen, und also nur in der Schlempe als Viehfutter zur Benutzung kommen. Nun aber haben die gekochten Kartoffeln die Eigenthümlichkeit, den durch die Dämpfung hervorgebrachten pulvrigen, leicht zerreiblichen und zerdrückbaren Zustand nur so lange beizubehalten, wie sie sich in der Temperatur des kochenden Wassers befinden, wogegen sie durch Abkühlung eine ungemein klebrige, schleimige Masse bilden, welche in hohem Grade geneigt ist, sich zu zähen Klumpen zusammenzuballen. Zum guten Pulverisiren der Kartoffeln ist hiernach erste Regel, es unverzüglich vorzunehmen, so wie sie nach und nach aus dem Kochfasse gezogen werden.

Man bedient sich in den meisten Brennereien zum Zerquetschen der Kartoffeln einer einfachen Vorrichtung mit zwei hölzernen, oder besser eisernen Walzen von etwa 2½ Fuß Länge und 1½ Fuß Durchmesser, welche gewöhnlich durch Handarbeit umgedreht werden. Der hindurchgequetschte, durch zwei lange, sich an die Walzen anlegende Messer abgestrichene Brei fällt in einen Kasten und wird, wenn derselbe voll ist, nach dem Vormaischbottig getragen.

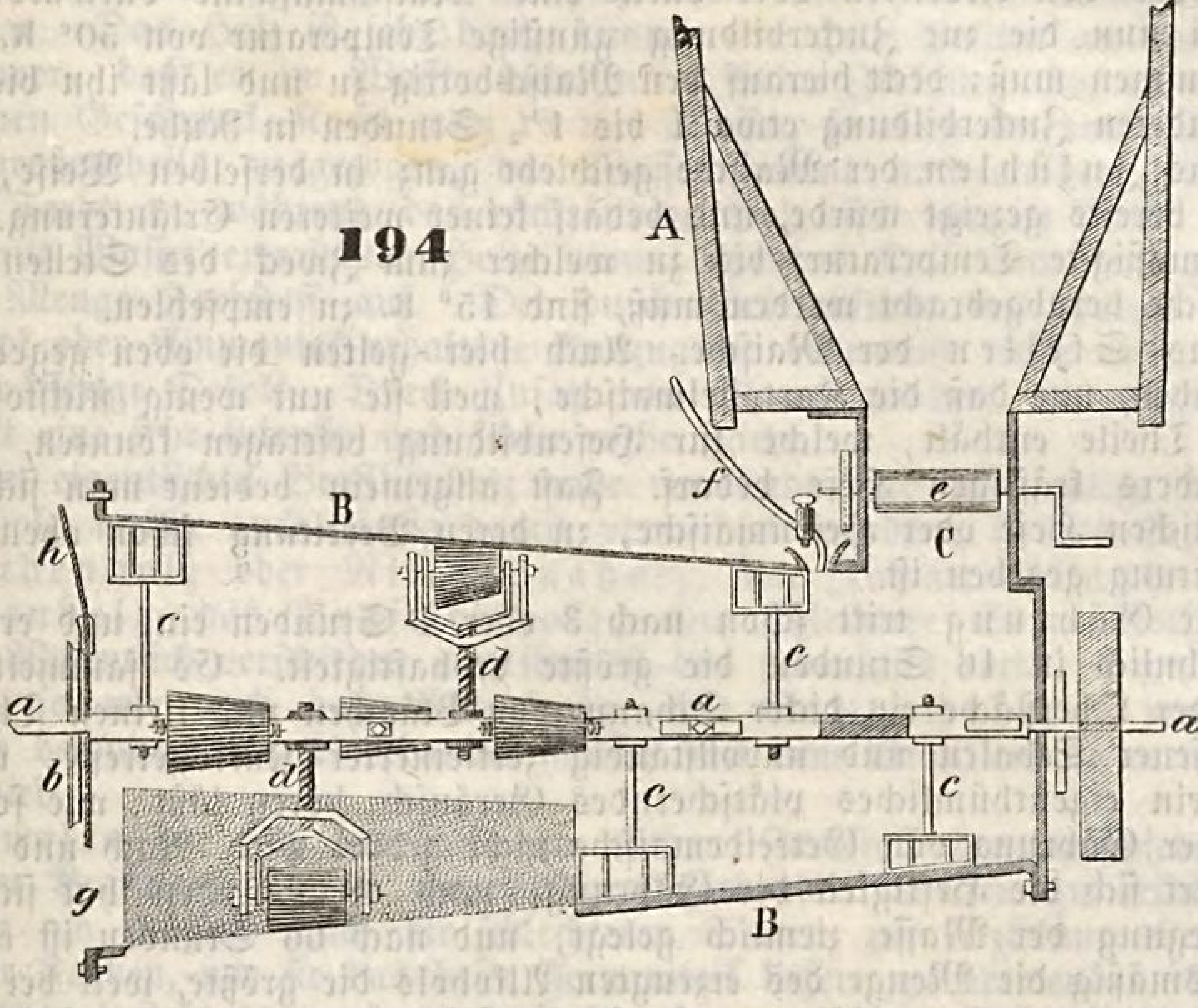
Die Wirkung der Quetschwalzen ist selten sehr vollkommen, weil sich die Kartoffeln, wenn sie ihre Wirkung erfahren, nicht mehr in vollkommen heißem Zustande befinden. Es sind in dieser Absicht mehrfache Vorschläge gemacht, unter welchen die von dem Amtmann Siemens erfundene Pulverisirvorrichtung sich durch das Sinnreiche der Idee und durch Wirksamkeit auszeichnet; die jedoch, hauptsächlich wohl der Kostbarkeit und der zu ihrem Betriebe erforderlichen bedeutenden Kraft wegen, nur in wenigen Brennereien zur Anwendung gekommen, und jetzt nirgend mehr in Gebrauch ist, weßhalb wir ihre Beschreibung übergehen. Einfacher und ebenfalls sehr wirksam ist die von seinem Sohne, dem Professor Siemens in Hohenheim, erfundene Pulverisirmaschine, von welcher die Figuren 193 und 194 Abbildungen geben, erstere in perspektivischer Ansicht, letztere im Durchschnitt. Sie besteht in einer horizontal liegenden konischen Trommel, innerhalb welcher sich eine Welle dreht, an welcher mehrere mit kleinen Walzen an ihren Enden versehene Arme sitzen. Die Kartoffeln fallen aus dem Dampffasse direkt in die Trommel, werden durch die Walzen zerdrückt und durch ein an der Unterseite der Trommel befindliches Sieb hindurch gedrückt. A das Dampffaß, B die Trommel von Gußeisen, a die Achse, welche durch eine Riemenscheibe b gedreht wird; c, c und d, d die Arme, welche so an der Achse angebracht sind, daß sie eine Schraubenlinie bilden. Die ersteren dieser Arme, c, c enthalten an den Enden keine Walzen, sondern nur gitterförmige Rahmen; die letzteren d, d dagegen sind in der aus der Figur ersichtlichen Art mit Walzen versehen, welche durch Spiralfedern gegen die Seitenwände der Trommel gedrückt werden. Der zwischen dem Dampffasse und

193



der Trommel befindliche Hals C enthält zwei in geringer Entfernung von einander liegende sechseckige Walzen e, welche durch eine Kurbel mit der Hand umgedreht werden und dazu dienen, eine vorläufige Zerkleinerung der Kartoffeln zu bewirken. Sehr glücklich ist die Idee des Erfinders zu nennen, schon bei diesem Pulverisiren der Kartoffeln eine geringe Menge Malz in Gestalt von Malzwasser anzuwenden, welches durch ein Rohr f zugelassen wird. Man bereitet dasselbe, indem man von dem zum Einmaischen bestimmten Malze etwa ½ Pfund auf je 100 Pfd. Kartoffeln mit Wasser von 30 bis 40° R. vermischt, hierauf durch ein Sieb gibt und die Mehltheile mit Wasser von derselben Temperatur von den zurückbleibenden Hülsen trennt. Auf 100 Pfund Kartoffeln braucht man 16 bis 20 Pfd. Wasser. Der Zusatz dieses Malzwassers soll nicht etwa schon Zuckerbildung bewirken, erfüllt aber den wichtigen Zweck, das sonst so leicht eintretende Zähewerden und Zusammenballen der geriebenen Kartoffelmasse zu verhindern, so daß sie sich viel leichter in Gestalt eines gleichförmigen Breies durch den Siebboden der Trommel hindurcharbeitet, als dieß sonst der Fall sein würde. Die Schalen der Kartoffeln werden in Folge der schraubenförmigen Anordnung der Walzen mehr und mehr zur Seite geschoben, und endlich aus der Oeffnung g entfernt und in dem Kasten D aufgefangen. Der kleine Kübel E enthält

194



das Malzwasser; bei h endlich ist in dem Boden der Trommel eine mit Charnieren befestigte Klappe, durch welche man zum Zweck etwa nöthiger Reinigung zum Innern der Trommel gelangen kann. Mit diesem Apparate können in 30 bis 40 Minuten 20 Zentner Kartoffeln verarbeitet werden.

Das Einmaischen der Kartoffeln bietet, wenn anders die Zerkleinerung vollständig erreicht wurde, keine Schwierigkeiten dar, und kommt mit dem Einmaischen des Rockens im Wesentlichen überein. Die zur Umwandlung der Stärke in Zucker nöthige Menge Luftmalz kann zu 5 bis 6 Pfd. auf je 100 Pfund Kartoffeln gesetzt werden. Die zum Einmaischen und nachherigen Zukühlen erforderliche Menge Wasser richtet sich natürlich nach dem beabsichtigten Verhältniß zwischen trockener Substanz und Wasser, mithin auch nach dem in dem Kartoffelbrei schon enthaltenen Wasser. Bei dem gebräuchlichen Verhältniß von 1 : 5 sind auf je 100 Pfund Kartoffeln etwa 35 Quart Wasser erforderlich, von welchen 7 Quart zum Einteigen des Malzschrotes, die übrigen 28 Quart zum Zukühlen verwendet werden. Etwa eine halbe Stunde vor dem Mahlen der Kartoffeln wird das Malzschrot in den Vormaischbottig gebracht und das nöthige Wasser, auf je 100 Pfund Kartoffeln 7 Quart, zugerührt. Die Temperatur dieses Wassers muß so regulirt werden, daß nach Zusatz des heißen Kartoffelbreies eine Temperatur von 50° R. herauskommt. Da hierbei sowohl die Temperatur der äußern Luft, als auch jene des Kartoffelbreies, ferner die Menge des in dem Kartoffelbrei enthaltenen Wassers, und die Schnelligkeit, mit welcher das Mahlen der Kartoffeln geschieht, in Betracht kommt, so ist die Berechnung schwierig und mit Unsicherheit verbunden, und es wird dem geübten Brenner die Erfahrung den sichersten Anhalt gewähren. Unter den gewöhnlichen mittleren Verhältnissen und einer Lufttemperatur von 8° R. wird man nicht weit vom Ziele schießen, wenn man dem Maischwasser eine Temperatur von 20° R. gibt.

Nachdem also solchergestalt das Malzschrot mit Wasser angerührt worden, bringt man den heißen Kartoffelbrei hinzu und läßt das Ganze

entweder von Arbeitern oder durch eine Maischmaschine durcharbeiten, wobei nun die zur Zuckerbildung günstige Temperatur von 50° R. hervorkommen muß; deckt hierauf den Maischbottig zu und läßt ihn bis zur vollendeten Zuckerbildung etwa 1 bis 1½ Stunden in Ruhe.

Das Zukühlen der Maische geschieht ganz in derselben Weise, wie oben bereits gezeigt wurde, und bedarf keiner weiteren Erläuterung. Als zweckmäßigste Temperatur, bis zu welcher zum Zweck des Stellens die Maische herabgebracht werden muß, sind 15° R. zu empfehlen.

Das Stellen der Maische. Auch hier gelten die oben gegebenen Angaben, nur daß die Kartoffelmaische, weil sie nur wenig stickstoffhaltige Theile enthält, welche zur Hefenbildung beitragen könnten, einer besonders kräftigen Hefe bedarf. Fast allgemein bedient man sich der künstlichen Hefe oder Hefenmaische, zu deren Bereitung schon oben eine Anleitung gegeben ist.

Die Gährung tritt schon nach 3 oder 4 Stunden ein und erreicht gewöhnlich in 16 Stunden die größte Lebhaftigkeit. Es sammelt sich auf der Oberfläche ein dicker Schaum von Bläschen und kleinen Theilen zerrissener Schalen und unvollständig zerkleinerter Kartoffelreste, wobei sich ein eigenthümliches plätscherndes Geräusch hören läßt, wie solches bei der Gährung von Getreidemaische nicht gehört wird. Nach und nach verliert sich die Heftigkeit der Gährung, nach 48 Stunden hat sich die Bewegung der Masse ziemlich gelegt, und nach 66 Stunden ist erfahrungsmäßig die Menge des erzeugten Alkohols die größte, weil bei noch länger andauernder Gährung so starke Säuerung eintritt, daß sich die Menge des Alkohols wieder vermindert, weßhalb es am zweckmäßigsten ist, in diesem Zeitpunkte, also 66 Stunden nach dem Stellen, die Destillation vorzunehmen.

Indem wir aus den oben angegebenen Gründen das Nähere über die Destillation des Branntweins dem Artikel Destilliren vorbehalten, fügen wir nur noch einige Bemerkungen über die Ausbeute an fertigem Branntwein aus Korn und aus Kartoffeln hinzu:

Wenn man den Gehalt des Rockens an Stärkemehl, als den Alkohol bildenden Bestandtheil, zu 54 Prozent annimmt, so müßten, da der Theorie nach aus zwei Pfund Stärkemehl 1 Quart Branntwein von 50° Tr. erfolgt, aus 100 Pfd. Rocken 27 Quart Branntwein gewonnen werden. Die wirkliche Ausbeute dagegen beträgt, weil sich stets ein Theil des Stärkemehls der Umwandlung in Zucker entzieht, weil ferner die Gährung nicht so lange fortgesetzt werden darf, daß auch die letzten Antheile des Zuckers zur Zersetzung kommen, weil endlich ein Theil des schon gebildeten Alkohols durch Verflüchtigung, ein anderer durch Umwandlung in Essigsäure verloren geht, im Mittel nur 24 Quart. In guten mehlreichen Kartoffeln kann der Gehalt an Stärkemehl und stärkemehlartiger Faser, welche letztere ebenfalls der Zuckerbildung fähig zu sein scheint, zu 24 Prozent angenommen werden, so daß die Ausbeute nach theoretischer Berechnung in 12 Quart Branntwein von 50° Tr. bestehen müßte. Da nun bei sehr sorgfältiger Behandlung aus 100 Pfd. Kartoffeln 10, ja selbst 11 Quart Branntwein gewonnen werden können, so beträgt hier der Verlust nur ein Zwölftel bis ein Sechstel des Ganzen.

Brasilienholz, auch Fernambukholz. Eins der wichtigsten Farbhölzer, so genannt, weil es zuerst von Brasilien nach Europa kam. Der Baum, der es liefert, ist Caesalpinia crista, wächst vorzugsweise an recht trockenen Stellen zwischen Felsen, und hat einen sehr hohen, vielfach gekrümmten und knotigen Stamm. Das Holz zeigt auf frischen Flächen eine bräunliche Farbe, wird aber an der Luft bald roth; doch ist die

Farbe nicht immer gleich, und sie spielt theils mehr, theils weniger in's Orange. Das Holz ist sehr hart, nimmt eine gute Politur an und ist so schwer, daß es im Wasser untersinkt. Beim Zerkauen hat es einen süßlichen Geschmack. Kocht man es mit Wasser, so wird der rothe Farbstoff großentheils ausgezogen, das Wasser nimmt nach einiger Zeit die rothe Farbe an, während das rückständige Holz sich schwarz färbt; aus dem mit Wasser extrahirten Holze nimmt ätzendes Kali noch eine ziemliche Menge Farbstoff auf. Der durch Behandlung des Holzes mit Alkohol oder Ammoniak erhaltene Auszug ist bedeutend tiefer roth, als das wässerige Dekokt. Durch Zusatz von Alaun gewinnt das wässerige Dekokt eine sehr intensiv und schön rothe Farbe.

Dem eigentlichen Brasilienholz nahe verwandt sind noch einige Arten Rothholz, welche auch häufig damit verwechselt werden, so das Sankt Marthenholz oder Nikaraguaholz, das Japan-Bimas oder Sapanholz, das Brasilettholz, eine schlechtere Sorte Rothholz u. a. Wesentlich verschieden von ihm ist das (ebenfalls rothe) Sandelholz, so wie auch das Blauholz oder Campecheholz, welches letztere besonders im Kleinhandel häufig mit dem Brasilienholz verwechselt wird.

Dingler hat sich bemüht, den rothen Farbstoff der verschiedenen Sorten Brasilienholz von fremdartigen färbenden Theilen zu reinigen, um so wo möglich auch die schlechteren Sorten zur Erzielung eben so schöner Farben, wie sie das beste Fernambuk liefert, zu verwenden. Sein Verfahren besteht darin, das geraspelte oder gemahlene Holz mit heißem Wasser oder Dampf zu behandeln, die Abkochung so weit zu konzentriren, daß auf 4 Pfund Holz 14 bis 15 Pfund Dekokt bleiben, dieß abkühlen zu lassen, und zwei Pfund abgerahmte Milch zuzurühren, hierauf einige Minuten lang zu kochen und zu filtriren. Hierdurch schlagen sich die der Klarheit der Farbe schädlichen, dunkelfärbenden Theile in Verbindung mit dem Käsestoff der Milch nieder, während der rothe Farbstoff in Lösung verbleibt. Das so behandelte Dekokt soll gleich frisch zum Färben gebraucht werden können, und eben so gute Resultate liefern, wie sonst eine sehr alte Abkochung.

Das Brasilienholz findet in der Färberei sehr ausgedehnte Anwendung und wird sowohl zum Färben der Wolle, als der Baumwolle, und auch der Seide gebraucht. Wenn gleich das damit gefärbte Roth sowohl in der Schönheit wie der Dauerhaftigkeit hinter dem mit Kochenille, Lac-Dye und Krapp dargestellten Roth zurücksteht, so empfiehlt es sich dagegen durch die viel größere Wohlfeilheit.

Man benutzt das Brasilienholz außerdem zur rothen Tinte und zu manchen Drechslerarbeiten. Ueber die Anwendung in der Färberei ist der Artikel Rothfärben nachzusehen.

Braunfärben. Es gehört hierher die Darstellung einer sehr großen Menge verschiedener Farbtöne von Gelb und Roth bis in das dunkelste Schwarzbraun, die theils durch Mischung von Roth, Gelb und Blau, theils durch Gelb oder Roth mit Schwarz zusammengesetzt, theils auch durch ursprünglich braune Pigmente gefärbt werden. Wir können hier nur die hauptsächlichsten Darstellungsweisen von Braun behandeln, da die Hervorbringung der vielen, in's Unermeßliche gehenden Abstufungen brauner Farbtöne oder Modefarben eine Sache ist, die allein durch Uebung zu erlernen ist, und deren kurze Beschreibung zu nichts führen würde.

1. Braun durch Mischung

a) auf Wolle und wollenen Zeugen. Man kocht diese mit einem Achtel

ihres Gewichtes Alaun und eben so viel einer Mischung von Eisenvitriol und Weinstein, wäscht sie und nimmt sie durch ein Krappbad (eine Abkochung von Krapp). Dieser erzeugt nämlich mit Alaun eine rothe, mit der Eisenbeize dagegen eine schwarze Farbe, mit beiden zusammen folglich braun, so daß man es in seiner Gewalt hat, durch Abänderung des Mengenverhältnisses zwischen Thon- und Eisenbeize beliebige Schattirungen von Braun herzustellen. Das so erhaltene Braun ist seinen Bestandtheilen nach in's Röthliche, nicht in's Gelbliche spielend.

Eine andere Methode besteht darin, jedes Pfund Zeug mit 4 Loth Alaun und 2 Loth Kochsalz zu kochen, und darauf in einem Blauholzabsud, dem Eisenvitriol und Weinstein zugesetzt worden, auszufärben; gibt Schwarzbraun. Oder man kocht den Zeug mit Alaun und Weinstein, färbt in der Krappflotte und passirt ihn nachher durch ein Schwarzbad von Galläpfeln oder Schmack. Sobald durch das Hinzukommen von Schwarz auf dem rothen Grunde die gewünschte Nuance von Braun hervorgekommen ist, nimmt man die Waare aus dem Bade. Ein noch besseres Braun entsteht, wenn die Wolle mit einem Achtel ihres Gewichtes Alaun gekocht, hierauf in Kochenille ausgefärbt und das so erhaltene Roth dadurch in Braun umgeändert wird, daß man dem Kochenillebade etwas essigsaures Eisenoxyd zusetzt. Oder man gibt der Waare einen lichtblauen Grund in der Indigküpe, beizt sie nun mit Alaun an, wäscht, und nimmt sie durch ein Krappbad, bis die gewünschte violett-braune Farbe hervorgekommen ist.

Durch Kochen wollener Zeuge mit Alaun und Weinstein, Ausfärben in der Krappflotte und demnächst in einer Gelbholzinfusion, in welcher etwas essigsaures Eisenoxyd aufgelöst ist, lassen sich beliebige Nuancen von Gelbbraun, als Mordoré und Zimmtbraun bis in Nußbraun hervorbringen. Zu Bronze nimmt man auf 25 Pfund Waare 4 Pfund geraspeltes Gelbholz, kocht dieses zwei Stunden mit Wasser, nimmt den Zeug eine Stunde lang in diesem Bade herum, und läßt ihn abtropfen. Hierauf gibt man 8 bis 9 Loth Eisenvitriol und ein Pfund ordinären Krapp oder 2 Pfund Sandelholz hinzu, bringt die Waare wieder hinein und haspelt sie so lange in dem Bade herum, bis sie die verlangte Farbe zeigt.

b) Braun auf Seide. Das Verfahren beim Braunfärben der Seide ist ganz ähnlich. Es gehören drei Farbebäder dazu: eine Blauholz-, eine Brasilienholz- und eine Gelbholzabkochung. Die Seide wird nach dem Entschälen (m. s. den Artikel Bleichen) alaunt und nun in einem aus den eben genannten drei Dekokten zusammen gesetzten Bade, dessen Mischungsverhältniß sich nach der bezweckten Nuance richtet, ausgefärbt. Durch Zusatz von Wallnußschalen, Kupfervitriol und ein wenig Eisenvitriol oder auch durch ein Bad von Orlean, durch welches man die Seide nachträglich hindurch nimmt, lassen sich mannichfaltige Schattirungen von Braun erhalten. Oder man löst auf 10 Pfund Seide, 12 Loth Orlean mit 1 Pfund 4 Loth Pottasche in kochendem Wasser, nimmt die Seide 2 Stunden lang in diesem Bade herum, ringt sie aus, trocknet, alaunt sie, passirt sie durch einen Brasilienholzabsud und zuletzt durch ein Blauholzbad, dem ein wenig Eisenvitriol zugesetzt worden. Endlich wird sie ausgerungen und getrocknet.

c) Braun auf Baumwolle und Leinen. Zum Braunfärben dieser Stoffe dienen besonders essigsaure Thon- und Eisenbeize, mit welchen die Zeuge gebeizt und nachher entweder mit Krapp allein, oder mit Krapp und Gelbholz gefärbt werden. Bei Vorwalten der Thonbeize entsteht eine Art Amaranth. Zu Kastanienbraun muß die Baumwolle gallirt, durch ein Schwarzbad und hierauf durch ein Bad von Kupfervitriol

genommen, demnächst in einem Gelbholzdekokt gefärbt, ausgerungen, durch ein starkes Krappbad und wieder durch ein Bad von Kupfervitriol genommen, endlich in Seifenwasser ausgekocht werden. Ein vorzüglich schönes Braun nimmt die Baumwolle an, wenn sie die zur Türkischrothfärberei dienenden Vorbereitungen durchgemacht hat. Sie wird sodann mit einer aus Alaun, Eisenvitriol und ($^2/_3$ vom Gewicht des Alauns) Bleizucker angefertigten Beize imprägnirt, gewaschen, getrocknet, im Krappbade ausgefärbt, und durch Kochen mit Seife geschönt. Die Nuance des Brauns hängt hier von dem Gewichtsverhältnisse zwischen Alaun und Eisenvitriol ab.

Die hier gegebenen Anleitungen reichen hin, um zu zeigen, auf wie mannichfaltige Art derselbe Zweck erreicht werden kann, und wie man es in seiner Gewalt hat, dem Braun nach Belieben einen Stich in's Rothe, Schwarze, Gelbe oder Blaue zu ertheilen.

2. Braunfärben mit ursprünglich braunen Farbstoffen. Zu den Pigmenten dieser Art gehören besonders folgende:

a) Eichenrinde, deren Dekokt je nach dem Grade seiner Konzentration ein sehr dauerhaftes Braun auf Wolle hervorbringt. Durch Zusatz von etwas Alaun wird die Farbe noch lebhafter.

b) Dosten (Origanum vulgare) liefert eine Abkochung, die, mit essigsaurer Thonerde versetzt, Baumwolle und Leinen rothbraun färbt. Wolle färbt sich darin dunkelbraun.

c) Die Rinde des Manglebaumes (Rhizophora mangle) gibt auf Wolle, die mit Alaun und Weinstein gekocht worden, eine schön rothbraune Farbe, die durch Zusatz von Eisenvitriol mehr in Chokoladebraun, durch Gelbholz in Gelbbraun übergeht.

d) Bablah (m. s. diesen Artikel) bewirkt mit essigsaurem oder schwefelsaurem Kupfer auf Baumwolle eine braune Farbe.

e) Die Wurzel der Nymphaea alba erzeugt auf Baumwolle und Wolle ein ausgezeichnet schönes Braun. Man beizt zuerst mit Eisen- und Zinkvitriol, worauf die Wolle in einer Abkochung der Wurzel so lange herumgenommen wird, bis sie dunkel genug gefärbt ist. Baumwolle wird mit einer Mischung von essigsaurem Eisen und Zink gebeizt.

f) Katechu bewirkt auf Baumwolle eine sehr haltbare Farbe in verschiedenen Nuancen von Bronze, Mordoré und andere, wenn die Lösung desselben in heißem Wasser mit essigsaurem oder schwefelsaurem Kupfer versetzt, oder wenn der Zeug vorher mit essigsaurem Kupfer und essigsaurer Thonerde, auch wohl (zu Dunkelbraun) mit ein wenig Eisenbeize gebeizt, gespült, getrocknet und in dem siedend heißen Bade ausgefärbt wird. Das sogenannte Karmelit wird ebenfalls durch Katechu hervorgebracht, indem man die Zeuge in einer Abkochung von 1 Pfund Katechu, welche mit acht Loth Grünspan und 10 Loth Salmiak versetzt ist, färbt.

g) Manganoxyd liefert ein sehr haltbares und wohlfeiles Braun, indem man den zu färbenden Stoff mit einer Auflösung von salzsaurem oder schwefelsaurem Manganoxydul und etwas Weinsteinsäure tränkt, hierauf trocknet, durch eine schwache Kalilauge nimmt und endlich durch ein Chlorkalkbad die Farbe noch mehr befestigt und belebt.

Braunkohle; Lignit. Eine in den jüngeren Gebirgsformationen vorkommende, durch langsame Zersetzung von untergegangenen und verschütteten Waldungen entstandene Substanz, welche ihrer Natur nach ziemlich in der Mitte steht zwischen Torf und Steinkohle. Von der letzteren unterscheidet sie sich durch die mehr braune Farbe, durch die selten fehlende, deutlich wahrnehmbare Holztextur, durch einen scharfen torfähnli-

chen Geruch beim Brennen und durch die schon aus dem geognostischen Vorkommen erkennbare, viel spätere Entstehung.

Man unterscheidet die folgenden Abänderungen:

a) Pechkohle oder Gagat ist schwarz, ohne Holztextur und in so fern der Steinkohle ähnlich, gehört aber dennoch entschieden zur Braunkohle, in welcher sie gewöhnlich nur in kleinen untergeordneten Massen vorkommt. Ueber ihre Verwendung zu allerhand Schmucksachen ist der Artikel Gagat nachzusehen.

b) Gemeine Braunkohle, dunkelbraun, von mehr oder weniger schiefriger Absonderung, zeigt sie, wenn auch nicht durchgehends, doch an vielen Stellen Holztextur; auf den unvollkommen muschligen Bruchflächen ist sie matt oder von schwachem Wachsglanz, nimmt aber durch Reibung stärkeren Glanz an. Längere Zeit der Luft dargeboten und ausgetrocknet, zerfällt sie durch entstehende Risse in kleinere Stücke. Sie brennt mit ziemlich heller Flamme und scharfem, unangenehmem Geruch, ohne dabei zu erweichen oder sich aufzublähen.

c) Holzförmige Braunkohle, von vollkommener Holztextur, brauner, oft selbst hellbrauner Farbe, findet sich häufig noch in ganzen Stämmen, so daß schon mehrfach der Versuch gemacht wurde, sie als Zimmerholz anzuwenden, wozu sie indessen nicht brauchbar ist, weil sie, vielleicht in Folge eines Gehaltes von Schwefelkies, dem Verwittern und Zerfallen unterliegt.

d) Schiefrige Braunkohle, von dunkelbrauner Farbe, schiefriger Absonderung, auf dem Bruche fettglänzend.

e) Erdige Braunkohle, von erdigem Bruch, hellbraun bis ins dunkelbraune, matt, zerreiblich.

f) Papierkohle, in dünnen Blättern, die kaum die Dicke des Papiers übersteigen, sehr matt, weich, gewöhnlich mit Schwefelkies durchdrungen und daher leicht verwitternd.

g) Alaunerde. Unter diesem Namen versteht man eine mit Schwefelkies stark durchsetzte gemeine Braunkohle, welche an feuchter Luft verwittert, wobei durch Einwirkung der sich bildenden Schwefelsäure auf den in ihr enthaltenen Thon schwefelsaure Thonerde in Gestalt einer weißen Efflorescenz entsteht.

Die Anwendung der Braunkohle ist vorzugsweise als Brennmaterial. Zwar bringt sie bei Weitem nicht eine gleich intensive Glut hervor, wie die Steinkohle, aber gerade das langsamere Verbrennen macht sie zur Zimmerheizung sehr geeignet. Die aus der Grube geförderte Braunkohle ist gewöhnlich feucht, oft naß, in welchem Falle sie dann freilich erst getrocknet werden muß, was bei der Steinkohle nie erforderlich ist. Zur Gasbereitung kann man von der Braunkohle keinen Gebrauch machen, weil sie ein sehr wenig leuchtendes Gas liefert, auch ist sie zur Kokesbereitung nicht brauchbar, indem sie bei der Verkohlung ein der Torfkohle ähnliches Produkt liefert, welches zwar recht gut brennt, aber nicht die intensive Heizkraft der Kokes besitzt. Die Alaunerde ferner wird zur Alaunfabrikation, und die Pechkohle, wie schon erwähnt, zur Anfertigung von Schmucksachen verwendet.

Die Braunkohle ist sehr verbreitet und findet sich besonders auch in Deutschland an vielen Punkten, so z. B. am Meißner und Habichtswald in Kurhessen, zu Weenzen und Dransfeld im Königreiche Hannover, bei Merseburg, Eisleben, Kelbra und Artern in Thüringen, in der Gegend von Cöln und Bonn, auf dem Westerwald, zu Lobsann und Buschweiler im Elsaß, bei Markdorf und Ludwigshafen am Bodensee, im Würtembergischen, in Böhmen, Polen, ferner in England, Irland, Frankreich.

Breccie. Ursprünglich ein italienisches Wort, das in der Mineralogie und Architektur zur Bezeichnung solcher Gesteine dient, die aus harten, mehr oder weniger eckigen, durch eine Art natürlichen Kittes verbundenen Bruchstücken verschiedener Mineralkörper bestehen. Der allgemeinere, zur Bezeichnung solcher aus verkitteten Bruchstücken bestehenden natürlichen Gesteine gebräuchliche Ausdruck ist Konglomerat, wobei die verkitteten Stücke bald eckig, bald abgerundet sein können. Das Wort Breccie also bezeichnet eigentlich ein Konglomerat von eckigen Bruchsteinen, doch wird es auch häufig auf andere ausgedehnt. Das Verkittungsmittel ist entweder mit den verkitteten Bruchstücken von gleicher chemischer Zusammensetzung, wie z. B. bei der Kieselbreccie, wo Bruchstücke von gemeinem Quarz, Hornstein, Jaspis, Eisenkiesel oder anderen Quarzvarietäten durch eine feste kieselige Masse verbunden sind, und bei der Kalkbreccie; oder aber das Verkittungsmittel ist ein fremdartiges, wie z. B. bei der Augitbreccie, welche aus Bruchstücken von Augit besteht, die durch eine weiße Kalkmasse verbunden sind. Die verschiedenen Arten der Breccie werden als Bausteine und zu Kunstarbeiten angewendet.

Bremergrün. Diese in vielen Gegenden, besonders im nördlichen Deutschland und Holland beliebte Anstrichfarbe ist im Wesentlichen nichts anderes als Kupferoxydhydrat, keineswegs, wie in chemischen Werken so oft angeführt wird, kohlensaures Kupferoxyd; und wenn das käufliche Bremergrün beim Auflösen in Säuren ein geringes Brausen durch entwickelte Kohlensäure veranlaßt, so rührt diese zum Theil von einer kleinen Menge zufällig beigemengten kohlensauren Kalkes, zum Theil vielleicht auch daher, daß das Kupferoxydhydrat, dem Zutritt der atmosphärischen Luft dargeboten, etwas Kohlensäure anziehen mag.

Es erscheint in Gestalt einer ungemein lockeren und leichten, in dieser Hinsicht der Magnesia alba ähnlichen, hellblauen Masse, die jedoch einen mehr oder weniger starken Stich ins Grüne besitzt. Je reiner blau, je feueriger die Farbe, und je lockerer das Gefüge, um so höher wird es geschätzt. Es eignet sich ganz besonders zur Oelmalerei und liefert eine der allerdauerhaftesten, den Einflüssen der Witterung ungemein lange trotz bietenden Oelfarben. Die ursprünglich ziemlich rein blaue Farbe geht unter Oel sehr bald, schon nach 24 Stunden in Grün über, indem das Kupferoxydhydrat mit dem Oel eine chemische Verbindung, ohne Zweifel eine Kupferseife, bildet; daher die Benennung Bremergrün. Es wird aber auch als Leimfarbe gebraucht, wo es seine blaue Farbe unverändert beibehält. Nur mit Kalk in Berührung hält es sich nicht gut. Ebenso kann es durchaus keine Erhitzung vertragen, indem es hierbei sein Hydratwasser verliert, und in schwarzbraunes Kupferoxyd übergeht.

Es wird besonders an mehreren Orten im nördlichen Deutschland fabrizirt, als z. B. Bremen, Minden, Eisenach, Kassel 2c.

Die Bereitung geschieht nach Gentele folgendermaßen:

a) 225 Pfund Kochsalz und 222 Pfund Kupfervitriol, beide ganz eisenfrei, werden trocken gemengt und mit etwas Wasser zwischen Mühlsteinen zu einem dicken homogenen Brei gemahlen. b) 225 Pfund altes Kupferblech werden mit einer Blechscheere in kleine Stücke von etwa 1 Quadratzoll Größe zerschnitten, in eine hölzerne Bütte geschüttet, hier mit Zusatz von 1 Pfund Schwefelsäure, die vorher mit Wasser verdünnt worden, gehörig umgeschüttelt, und so von allen Unreinigkeiten gereinigt, worauf man sie in einem um seine Achse drehbaren Fasse unter Zusatz

von vielem Wasser völlig reinspült und aussüßt. c) Die so gereinigten Kupferschnitzel werden nun in den Oxydationskasten mit dem oben erwähnten Kupfervitriolbrei in dünnen Lagen von etwa ½ Zoll Dicke eingeschichtet, und so einige Zeit in Ruhe gelassen. Die Oxydationskasten sind aus eichenen Bohlen ohne eiserne Nägel angefertigt, und stehen in einem Keller oder sonstigen Raume von stets gleicher mittlerer Temperatur.

Unter Einfluß der Salzmischung, die durch gegenseitige Zersetzung größtentheils in schwefelsaures Natron und salzsaures Kupfer übergeht, fängt nun das metallische Kupfer an, Sauerstoff aus der Luft anzuziehen und sich zu oxydiren, wobei sich das so gebildete Oxyd mit dem salzsauren Kupferoxyd (oder Chlorkupfer) zu basischem Salze vereinigt, welches ein feines blaßgrünes Pulver darstellt. Um die Oxydation zu befördern, ist es nöthig, die Masse während der drei Monate, die zu dem Prozesse erforderlich sind, häufig wenigstens in jeder Woche ein Mal, mit einer kupfernen Schaufel in einen zweiten, nebenstehenden leeren Kasten umzuschaufeln und wieder zurückzugeben.

Nach Verlauf von drei Monaten nimmt man die Masse aus dem Kasten und mischt sie mit wenig Wasser zu einem dünnen Brei oder Schlamm, den man von Rückständen der Kupferschnitzel abspült.

d) Dieser Schlamm wird nun auf ein Filtrum gebracht, um die Flüssigkeit, welche schwefelsaures Natron aufgelöst enthält, vorläufig von dem basischem Kupfersalze zu trennen; dieses in einen Bottig gebracht und hier durch fortgesetztes Durcharbeiten möglichst genau zertheilt und von allen etwa vorhandenen Klümpchen befreit.

e) Auf je 6 Eimer Schlamm gibt man nun 12 Pfund Salzsäure von 15° Baumé hinzu, rührt Alles genau durcheinander und läßt es 24 bis 36 Stunden stehen.

f) In einen anderen Bottig, den Blauback, gibt man auf jeden Eimer Schlamm, der mit der Säure vermischt wurde, 15 Eimer klare farblose ätzende Kalilauge von 19° Baumé.

g) Der angesäuerte Schlamm (e) wird nun mit einer gleichen Menge Wasser (dem Raume nach) verdünnt.

h) Wenn Alles so weit vorbereitet ist, wird der Schlamm möglichst schnell in die Kalilauge übergefüllt, und dabei von mehreren Arbeitern tüchtig durchgearbeitet, bis das Ganze eine ziemlich steife Konsistenz angenommen hat, worauf es 36 bis 48 Stunden ruhig stehen bleibt.

Bei dieser Behandlung des grünen basisch salzsauren Kupferoxydes mit Aetzkali wird es vollständig zersetzt und in Kupferoxydhydat verwandelt, wobei es die eigenthümlich blaue Farbe annimmt.

Zuletzt wird die Farbe vollständig ausgewaschen, zu welchem Ende man sie in einem Bottig mit reinem Wasser anrührt, sich absetzen läßt, das überstehende Wasser abzieht, frisches Wasser aufgibt, und so fort, bis das Wasser durchaus kein Kali mehr aufnimmt; das Bremergrün wird nun auf ein Filtrum gebracht, hierin längere Zeit unter häufigem Anfeuchten der Luft exponirt, dann in dem Filtrirbeutel ausgepreßt, in Stücke zerschnitten und langsam an freier Luft oder jedenfalls bei nicht über 25° getrocknet. Erst nach dem vollständigen Austrocknen gewinnt die Farbe ihr ganzes Feuer.

Brennstoff. Jeder in der atmosphärischen Luft unter Licht- und Wärmeentwickelung, also unter Feuererscheinung brennbare Körper wird im Allgemeinen ein Brennstoff genannt. Diejenigen Brennstoffe, die so wohlfeil und allgemein verbreitet sind, daß sie im gemeinen Leben zur Wärmeentwickelung gebraucht werden können, nennt man gewöhnlich Brennmaterial oder Feuerung.

Die Anforderungen, welche im gemeinen Leben an ein gutes Brennmaterial gestellt werden, sind verschieden, oft sich widersprechend. Abgesehen von dem Preise, welcher natürlich die erste Rücksicht verdient, fragt es sich hauptsächlich nach der Menge der entwickelten Wärme, nach der mehr oder weniger leichten Entzündlichkeit, nach der Art des Brennens, ob mit Flamme, und in diesem Falle wieder, ob mit rußender oder reiner Flamme, oder ohne Flamme; ferner nach der Art, in welcher der Körper die entwickelte Wärme abgibt, ob mehr durch Strahlung oder durch Leitung, u. dgl. m.

Die beim Verbrennen der Brennstoffe sich entwickelnde Wärmemenge anlangend, so machte zuerst Welter, in Folge der von Lavoisier und Laplace mittelst ihres Eiskalorimetes angestellten Versuche über Wärmeentwickelung der verschiedenen Brennstoffe, darauf aufmerksam, daß die Wärmemengen mit der Menge des verbrauchten Sauerstoffs in geradem Verhältniß stehen, so daß sich aus der chemischen Zusammensetzung eines Brennstoffes schon im Voraus die bei seiner Verbrennung entstehende Wärmemenge berechnen läßt, und in der That stimmen die von verschiedenen Experimentatoren gefundenen, freilich kleine Unterschiede darbietenden Zahlenwerthe ziemlich gut mit dieser Annahme überein.

Legen wir die von Despretz angestellten Versuche zu Grunde, nach welchen 1 Gewichtstheil Kohlenstoff bei seiner Verbrennung die nöthige Wärmemenge entwickelt, um 7815 Gewichtstheile Wasser von 0° auf 1° C. zu erwärmen, berücksichtigen ferner, daß dieser eine Gewichtstheil Kohlenstoff zu seiner Verbrennung 2,66 Theile Sauerstoff verbraucht, so läßt sich der in Rede stehende Satz auch so ausdrücken: 1 Gewichtstheil Sauerstoff, zur Verbrennung irgend eines beliebigen Brennstoffes verwandt, entwickelt eine Wärmemenge, welche 2900 Gewichtstheile Wasser von 0 auf 1° C. zu erwärmen im Stande ist.

Unter allen Brennstoffen verbraucht der Wasserstoff die größte Menge Sauerstoff, nämlich das Achtfache seines eigenen Gewichtes, weßhalb er auch die größte Wärmemenge entwickelt. Wäre es möglich, mit geringen Kosten das Wasserstoffgas im Großen zu bereiten, so würde es unstreitig unter aller Brennmaterialien das vorzüglichste sein.

Die Richtigkeit des so eben erwähnten, von Welter entdeckten Gesetzes angenommen, läßt sich die Wärmeentwickelung der Brennstoffe im Voraus berechnen, wenn durch eine chemische Analyse das Mengenverhältniß ihrer Bestandtheile bekannt ist. Noch kürzer ist die auf demselben Prinzip beruhende, von Berthier erfundene Methode. Sie besteht darin, eine genau gewogene Probe des Brennstoffes mit einem großen Ueberschuß pulverisirter reiner Bleiglätte innig zu mengen, und das Gemenge in einem Tiegel schnell zum starken Rothglühen zu erhitzen. Die brennbaren Theile werden dabei durch den Sauerstoff des Bleioxydes verbrannt, dieses letztere dagegen geht durch den Verlust des Sauerstoffes in metallisches Blei über, welches sich am Boden des Tiegels sammelt, und nach beendigtem Versuch gewogen wird. Da man nun weiß, daß 100 Gewichtstheile Bleioxyd 7,173 Sauerstoff enthalten, eben soviel also bei der Reduktion zu metallischem Blei hergeben, so entspricht 1 Gewichtstheil metallisches Blei 0,0772 Sauerstoff, mithin einer Wärmemenge, welche 223 Theile Wasser von 0° auf 1° C. erwärmen kann.

Wenn gleich diese Berthier'sche Methode einer sehr großen Genauigkeit nicht fähig ist, weil sich leicht kleine Mengen des Brennstoffes zersetzen und verflüchtigen, bevor sie zur Verbrennung kommen, so gewähren auch die anderen zu demselben Zweck angewandten Methoden nur annähernd genaue Resultate.

Lavoisier und Laplace bedienten sich zu ihren Versuchen des von ihnen erfundenen Eiskalorimeters, bei welchem der Brennstoff inmitten eines mit Eis gefüllten Behälters verbrannt wurde, und aus der Menge des geschmolzenen Eises, oder vielmehr des erhaltenen Wassers die entwickelte Wärmemenge berechnet werden konnte, da sie gefunden hatten, daß zum Schmelzen des Eises eine gleiche Wärmemenge erforderlich ist, wie zum Erwärmen einer 75 Mal größeren Wassermenge von 0° auf 1° C. Aehnliche Versuche stellte der bekannte Graf Rumford an, wobei er die entwickelte Wärme einer gewogenen Menge kalten Wassers zuführte, und den Grad der Erwärmung bestimmte. Clement und Desormes endlich ermittelten die Wärme, indem sie sie zum Verdampfen von Wasser benutzten und aus der Menge des verdampften Wassers, nach der damals angenommenen, nicht genau richtigen Voraussetzung, daß zum Verdampfen eine $5\frac{1}{2}$ Mal größere Wärmemenge nöthig sei, als um eine gleiche Wassermenge von 0° auf 100° C. zu erhitzen, die Wärmemenge berechneten.

Bei allen diesen Bestimmungen ging der Zweck dahin, die ganze Menge der durch Verbrennung einer Substanz entwickelten Wärme zu ermitteln, eine wegen der schwer zu vermeidenden kleinen Wärmeverluste sehr schwierige Aufgabe.

Andere Experimentatoren haben sich mit der viel leichteren Aufgabe beschäftigt, verschiedene Brennstoffe unter gleichen Verhältnissen zu verbrennen und einen Theil der entwickelten Wärme aufzufangen und zu bestimmen, voraussetzend, daß bei allen Versuchen ein verhältnißmäßig gleicher Theil verloren gehe. Derartige Bestimmungen können nur dann auf entfernt annähernde Genauigkeit Anspruch machen, wenn es sich darum handelt, Brennstoffe von ziemlich gleicher Natur zu vergleichen, z. B. verschiedene Holz- oder Torfarten auf ihren relativen Werth als Brennmaterial zu untersuchen.

Nächst dem Unterschiede in der Menge der entwickelten Wärme liegt bei den verschiedenen Brennstoffen ein sehr bedeutender Unterschied in der Art, wie sie diese Wärme ihren Umgebungen mittheilen. Diese Mittheilung findet Statt theils durch Strahlung, theils durch Leitung. Die erstere, eine dem Licht analoge Art der Wärmeverbreitung, tritt vorherrschend auf bei solchen Brennstoffen, welche beim Brennen, geschehe dieß nun mit oder ohne Flamme, stark leuchten, z. B. den Kokes und der Steinkohle, weniger schon bei der Holzkohle, noch weniger bei Holz und Torf. Da die strahlende Wärme nur von festen Körpern aufgenommen wird, luftförmige aber frei durchstrahlt, ohne sie zu erwärmen, so wird sie zwar die nächste feste Umgebung des Feuers, also die nächstliegenden Ofenwände, stark erhitzen die Feuerluft aber nicht affiziren, weßhalb solche stark strahlenden Brennstoffe in ihrer nächsten Umgebung eine intensive Glut hervorbringen, dem Luftstrom aber eine verhältnißmäßig geringere Wärmemenge mittheilen. Umgekehrt verhält sich die Mittheilung durch Leitung, welche bei allen wenig leuchtenden Flammen vorherrscht. Die Flamme ist sehr heiß, theilt aber die Hitze nur solchen Körpern, seien sie nun fest- oder luftförmig, mit, mit welchen sie in direkte Berührung tritt, erhitzt daher vorzugsweise den das Feuer umgebenden Luftstrom, und von den Ofenwänden nur jene Theile, welche sie berührt. Zwar hat man sich bemüht, bei den verschiedenen Brennstoffen das Verhältniß zwischen der durch Strahlung und der durch Leitung mitgetheilten Wärme zu bestimmen, doch ist die Aufgabe eine so schwierige und verwickelte, daß die bis jetzt vorhandenen Bestimmungen kein großes Zutrauen verdienen.

Ein fernerer Unterschied unter dem Verhalten der verschiedenen Brenn-

stoffe liegt in dem Grade der Entzündlichkeit. Wird ein brennbarer Körper an einem Punkte entzündet, so reicht in vielen Fällen die sich entwickelnde Wärme hin, auch die benachbarten Theile zu entzünden und der Körper wird, ein Mal entzündet, vollständig verbrennen; während andere Körper, sich selbst überlassen; schnell verlöschen. Ursache dieses Verlöschens ist vornehmlich der durch die Strahlung entstehende Wärmeverlust, wodurch sich der Körper abkühlt, zum Theil auch das dichte, kompakte Gefüge mancher Körper, die mangelnde Porosität, mithin die geringe, dem Angriff des atmosphärischen Sauerstoffs dargebotene Berührungsfläche. Während z. B. eine lockere, bei möglichst geringer Hitze erzeugte Holzkohle, ein Mal entzündet, fast wie Schwamm fortglimmt, ist dagegen solche Kohle, welche einer anhaltenden Weißglühhitze ausgesetzt wurde, sehr schwer entzündlich und leicht verlöschend. Dennoch können solche schwer brennbare Stoffe ein vortreffliches Brennmaterial abgeben, wenn man sie nicht in größeren Stücken, sondern gehörig zerkleinert zur Anwendung bringt; nur darf die Zerkleinerung nicht so weit getrieben sein, daß sie den Luftzug wesentlich beeinträchtigt. Recht auffallend tritt dieses beim Gebrauch der Cokes zu kleinen Feuerungen, z. B. bei der Zimmerheizung hervor. Versucht man nämlich in einem schwach ziehenden Zimmerofen mit einigen großen Kokesstücken ein Feuer anzumachen und dauernd in Brand zu halten, so wird dieses schwerlich gelingen, theils weil die geringe, im Brennen begriffene Oberfläche zu wenig Wärme erzeugt, um das Fortbrennen zu unterhalten, theils auch, weil die freien Zwischenräume zwischen den Stücken eine so große Entfernung der brennenden Flächen von einander bedingen, daß sie sich gegenseitig nur wenig erhitzen können. Ganz anders verhält sich die Sache bei stark zerkleinerten Kokes, deren Theile nicht größer wie Erbsen oder höchstens Haselnüsse sind. Diese lassen sich nicht nur sehr leicht entzünden, sondern brennen selbst bei sehr schwachem Zuge vortrefflich fort und entwickeln eine bis zur Weißgluth steigende höchst intensive Hitze, wobei sie bis auf die in Gestalt einer geschmolzenen Schlacke hinterbleibende Asche vollständig verbrennen. Daß eine allzuweit getriebene Zerkleinerung schädlich wirkt, sieht man an Sägespänen, welche nur schwer zu entzünden, und als Brennmaterial gar nicht zu brauchen sind.

Als eigentliche Brennmaterialien werden gebraucht:

1. **Holz**, das man in hartes und weiches eintheilt; zu dem ersteren gehören das Eichen-, Buchen-, Erlen-, Ulmenholz; zu dem weichen das Tannen-, Fichten-, Lerchen-, Linden-, Weiden-, Pappel- und Birkenholz.

Vielfache Versuche, insbesondere die sehr zahlreichen und mit großer Sorgfalt angestellten des Amerikaners **Bull** haben gezeigt, daß bei gleichem Grade von Trockene gleiche Gewichtsmengen der verschiedenen Hölzer auch sehr nahe gleiche Wärmemengen entwickeln. Durch Feuchtigkeit wird die Heizkraft in zweifacher Hinsicht geschmälert, denn ein Mal ist in feuchtem Holze wegen des mitwiegenden Wassers die Menge der Holzsubstanz geringer, als in eben so viel trockenem Holze, und zweitens wird ein Theil der entwickelten Wärme zum Verdampfen des Wassers verbraucht und geht in so fern verloren. Wenn z. B. ein Stück Holz den vierten Theil seines Gewichtes, also 25 Prozent Wasser enthielte, so würde die Menge der trockenen Holzsubstanz nur 75 Prozent betragen, und zur Verdampfung des Wassers würde etwa $^1/_{17}$ der aus dem Holz entwickelten Wärme nöthig sein, so daß demnach Holz mit 25 Prozent Feuchtigkeit um $^1/_4 + ^1/_{17}$, also fast $^1/_3$ weniger wirksam ist, als trockenes Holz. Die Menge der Feuchtigkeit in frisch gefälltem Holze beträgt beim Birkenholz 30, beim Eichenholz 35, beim Buchen- und Fichtenholz 39,

beim Erlenholz 41, beim Tannenholz 45 Prozent. Nach zwölfmonatlichem Austrocknen bleiben, je nach den verschiedenen Holzarten, 20 bis 25 Prozent Feuchtigkeit zurück, und selbst, wenn es lange Zeit an einem trockenen Orte aufbewahrt wurde, findet man noch 10 Prozent darin. Trocknet man Holz bei ziemlich starker Hitze aus, und läßt es demnächst an freier Luft liegen, so absorbirt es wieder 10 bis 12 Prozent Feuchtigkeit. Wird es bei so hoher Temperatur ausgedörrt, daß es anfängt, sich zu bräunen, so findet sich, wahrscheinlich in Folge der anfangenden Verkohlung und Austreibung eines Theiles Wasserstoff, die Heizkraft vermindert. Um den Werth verschiedener Sorten Brennholz hinsichtlich ihres Trockenheitszustandes zu ermitteln, braucht man nur eine Portion Späne von ihnen hauen oder hobeln zu lassen, diese zu wägen, auf einem Ofen gehörig auszutrocknen, bis sie nichts mehr an Gewicht verlieren, ohne jedoch sich zu bräunen, und endlich ihr Gewicht abermals zu bestimmen, um so die Menge trockener Holzsubstanz zu finden.

Das Verhältniß der strahlenden Wärme zu der durch direkte Mittheilung an die Umgebungen abgegebenen wird gewöhnlich wie $\frac{1}{4} : \frac{3}{4}$ angenommen. Gewöhnlich angenommene mittlere Heizkraft = 3000, d. h. 1 Gewichtstheil Holz entwickelt die nöthige Wärme, um 3000 Gewichtstheile Wasser von 0° auf 1° C. zu erwärmen.

2. Holzkohle. Auch die Kohle der verschiedenen Hölzer liefert bei gleicher Gewichtsmenge gleiche Mengen Wärme. Bei längerem Liegen an der Luft zieht sie etwa 10 Prozent Wasser an, welches beim Brennen der Kohle zum Theil in Kohlenwasserstoff übergeht und theilweise mit die Ursache ist, daß Holzkohle beim Brennen eine Flamme erzeugt, was sie der oben gegebenen Betrachtung nach eigentlich nicht sollte; wie denn allerdings frisch ausgeglühte Kohle viel weniger flammt, als alte an der Luft gelegene. Aber selbst frisch geglühte Kohle gibt beim Brennen eine ziemlich starke Flamme, wenn sich ein größerer Haufe im Brennen befindet, weil die Kohle im Innern des Haufens wegen mangelnden Sauerstoffes nur ein Atom Sauerstoff aufnimmt und dabei ein brennbares Gas, Kohlenoxyd bildet, welches bei seinem nachherigen Verbrennen eine Flamme bildet.

Ein Kubikfuß Kohle von leichteren Hölzern wiegt durchschnittlich 8 bis 9 Pfund, von schwereren 12 bis 13 Pfund; daher diese letzteren sich auch viel besser dazu eignen, einen hohen Hitzgrad auf einen kleinen Raum zu konzentriren. Man rechnet das Verhältniß der strahlenden Wärme zur geleiteten wie $\frac{1}{3} : \frac{2}{3}$. Mittlere Heizkraft gewöhnlicher Holzkohle = 7000.

3. Steinkohle, kommt in sehr verschiedenen Abänderungen vor, deren Wärmeproduktion ebenfalls ziemlich bedeutend abweicht. Der Gehalt an Kohlenstoff variirt zwischen 75 und 95 Prozent; während der Gehalt an Wasserstoff in einem umgekehrten Verhältnisse steht und zwischen $\frac{1}{2}$ bis $6\frac{1}{2}$ Prozent schwankt.

So enthält eine Sorte Kohle von Glasgow nach Richardson 82.924 Kohlenstoff und 6.491 Wasserstoff, während die Kohle von Eschweiler nach Karsten 89.18 Kohlenstoff und 0.44 Wasserstoff enthält. Je reicher eine Steinkohle an Wasserstoff, um so leichter entzündlich und stärker flammend ist sie. Unter allen dürfte wohl keine Steinkohle in dieser Hinsicht so ausgezeichnet sein, als die schiefrige Kännelkohle von Wemys bei Edinburgh, welche sich schon am Lichte entzünden läßt und mit ungewöhnlich starker leuchtender Flamme brennt; dieselbe, deren man sich zur Bereitung des sogenannten Hydrocarbür oder Schieferöles bedient. Von einem andern bedeutenden Unterschiede der Steinkohlen, der auf ihre Anwendung als Heizmaterial von großem Einfluß ist, der Eigenschaft, beim

Brennen entweder zu schmelzen und sich aufzublähen (Backkohle) oder dieses nicht zu thun (Sandkohle), wird in dem Artikel Steinkohle ausführlicher die Rede sein. Das Verhältniß der strahlenden zur geleiteten Wärme wird durchschnittlich wie 1 : 1 angenommen. Mittlere Heizkraft der Steinkohle = 6000.

4. Kokes. Von der Bereitung und den Eigenschaften dieses wichtigen Brennmateriales handelt der gleichlautende Artikel und bemerken wir hier hinsichtlich ihrer Heizkraft, daß dieselbe mit der einer gut ausgeglühten Holzkohle übereinstimmen würde, wenn nicht durch den Gehalt an erdigen Theilen, oft auch an Schwefeleisen, sich die Heizkraft im Allgemeinen etwas niedriger herausstellte. Das Verhältniß der strahlenden Wärme zur geleiteten nähert sich dem von $^3/_5 : {}^2/_5$. Mittlere Heizkraft der Kokes = 6000.

5. Torf. Die verschiedenen Torfarten zeigen nicht nur in der Beschaffenheit der ihren wesentlichen Bestandtheil bildenden Torfsubstanz sehr große Unterschiede, da dieselbe bei einigen in fast unveränderten Pflanzenüberresten, bei andern in einer schwarzbraunen, der Braunkohle ähnlichen Masse besteht, sondern auch in der Menge der mechanisch beigemengten erdigen Theile, welche oft nur wenige Prozente betragen, mitunter aber auch auf 25 Prozent und selbst darüber, steigen. Auch ist der Wassergehalt zuweilen, selbst bei äußerlich trockenem Torf, sehr bedeutend. Aus diesen Gründen ist es schwer, mit einiger Genauigkeit die Heizkraft des Torfes zu bestimmen. Für weißen oder gelben Torf (so genannten Rasentorf), wovon der preuß. Kubikfuß 8 bis 17 Pfd. wiegt, kann die Heizkraft auf 2900 angeschlagen werden; für die braunen und schwarzen Torfgattungen, von 16 bis 17 Pfund der Kubikfuß, dagegen auf 3300. Für den erstern sind die äußersten Grenzen etwa 2500 bis 3100, für den letzteren 2700 bis 3800. Das Verhältniß zwischen strahlender und geleiteter Wärme ist nicht bestimmt, doch ist unzweifelhaft die letztere bedeutend vorherrschend.

Wenn gleich der Torf, theils wegen der so wenig intensiven Hitze, theils wegen der vielen Flugasche in den meisten Fällen hinter den übrigen Brennmaterialien zurücksteht, so bietet er doch für einige Anwendungen, die weniger eine intensive, auf einen kleinen Raum konzentrirte, als vielmehr eine gleichförmige, mäßige, auf einen größeren Raum sich vertheilende Hitze erheischen, große Vorzüge dar, wie z. B. zur Ziegelbrennerei, zur Zimmerheizung u. A.

6. Braunkohle. Die Heizkraft der gemeinen Braunkohle kann auf etwa 3500 bis 4000 veranschlagt werden; doch ist nicht zu zweifeln, daß jene der Pechkohle noch höher steigt und sich der der Steinkohle nähert.

7. Torfgas. In Gegenden, wo der Torf sehr verbreitet und daher zu niedrigem Preise zu haben ist, seine Anwendung aber der vielen Flugasche wegen für gewisse Zwecke unzulässig war, ist man in der Neuzeit auf die ungemein sinnreiche Idee gekommen, ihn einer Art trockener Destillation zu unterwerfen, und die in großer Menge sich entwickelnden brennbaren Gase (Kohlenwasserstoffgas) und Dämpfe als Brennmaterial zu benutzen. Man erhält so eine ganz reine klare Flamme ohne alle Asche, und benutzt dieselbe mit großem Vortheil zu verschiedenen Zwecken, besonders zum Heizen von Glasöfen und zu Abdampfungen, letzteres in dem Falle, wo die Flamme über der Oberfläche der Flüssigkeit fortgeleitet werden soll. Zur Bereitung des Torfgases dienen kleine Schachtöfen, welche mit Torf ganz gefüllt erhalten werden. Die von unten eindringende Luft setzt die untere Schicht des Torfes in Brand, von welcher nun die glühende Feuerluft durch die darüber liegende Torfmasse hindurchströmt und sie zersetzt, wobei wegen mangelnden Sauer-

stoffes eine Verbrennung nicht mehr möglich ist. Die so gebildeten heißen Dämpfe und Gase können durch Röhren nach dem Orte der Verwendung hingeleitet, und hier unter Zutritt von atmosphärischer Luft entzündet werden. Um ein gehörig rasches Hindurchströmen der Luft durch den in dem Schachtofen befindlichen Torf zu bewirken, ist es nöthig, entweder durch einen hohen Schornstein einen kräftigen Luftzug zu erregen, oder auch die Luft mittelst eines Ventilators gewaltsam in den Ofen zu treiben. Die Abbildung und Beschreibung eines solchen Apparates und des zum Abdampfen dienenden Flammofens ist in dem Artikel Alaun, S. 26, nachzusehen. Wie groß der mit Torfgas zu erzielende Hitzgrad ist, geht am besten aus dem schon erwähnten Umstande hervor, daß er zum Glasschmelzen hinreicht.

8. Hohofengase. Die bei der Eisengewinnung im Hohofen in großer Menge sich entwickelnden Gase (Kohlenoxydgas und Kohlenwasserstoffgas) entströmen gewöhnlich ungenutzt der Gicht (der oberen Oeffnung) des Ofens und bilden hier, entzündet, die sogenannte Gichtflamme. Man ist nun auf die glückliche Idee gekommen, die Gicht durch eine luftdicht schließende Deckplatte zu verschließen, die brennbaren Gase aber durch eine weite Röhre seitlich aus dem Ofen abzuleiten. Die ungeheure Menge so gewonnenen Gases gibt, bei Zutritt von atmosphärischer Luft entzündet, eine ganz reine, sehr heiße Flamme, der man sich theils zum Betriebe von Puddelöfen, theils zum Heizen der Dampfkessel für die Gebläsemaschinen oder Walzwerke mit größtem Vortheil bedienen kann.

9. Steinkohlengas. Auch das gewöhnliche Leuchtgas ist als Brennmaterial und zwar zum Erhitzen von Theewasser, zum Braten des Fleisches, zum Heißmachen von Plätteisen und andern häuslichen Zwecken, selbst zur Zimmerheizung empfohlen worden. M. s. den Schluß des Artikels Gaslicht und den Artikel Glasblasen.

Britannia-Metall, eine neuerlich zu Thee- und Kaffeetöpfen, Milchkannen, Zuckerdosen, Löffeln, Leuchtern u. dgl. sehr häufig verarbeitete weiße Metallmischung, welche zum größten Theile aus Zinn besteht, aber vermöge der Zusätze von Antimon, Kupfer ꝛc., welche es außerdem enthält, viel härter, steifer, klingender, politurfähiger ist als das gewöhnliche (mehr oder weniger bleihaltige) Zinn. Die ausgedehnteste Bereitung und Verarbeitung dieser Komposition findet in England (Birmingham, Sheffield) Statt. Die Gegenstände werden theils in gußeisernen Formen gegossen, theils aus gewalzten Platten durch Prägung in Stangen und Drücken auf der Drehbank (s. Drehbank) hergestellt; feine Artikel pflegt man zuletzt auf galvanischem Wege zu versilbern. Die Zusammensetzung des Britannia-Metalls ist vielen Verschiedenheiten unterworfen; eine sehr gute Sorte besteht aus 10 Theilen Zinn und 1 Theil Antimon; in andern wurde gefunden: 45 Zinn, 9 Antimon, 1 Kupfer; und 86 Zinn, 10 Antimon, 3 Zink, 1 Kupfer.

Bronze. Eine aus Kupfer und Zinn, oft mit Zusatz von etwas Zink bereitete (kleine Antheile Blei meist wohl nur zufällig, durch Anwendung bleihaltigen Zinns, mit sich führende) Metalllegirung, welche weit härter, klingender, schmelzbarer und zum Gießen geeigneter, aber viel weniger dehnbar ist, als unvermischtes Kupfer. Zum Behuf einer näheren Betrachtung muß man die zahlreichen, hierher gehörigen Kompositionen in zwei Klassen unterscheiden: solche, welche nur aus Kupfer und Zinn bestehen, und solche, die außerdem noch Zink enthalten.

a) Bronze ohne Zinkgehalt. Die Farbe derselben ist weiß oder stahlgrau, und die Sprödigkeit am größten, wenn das Zinn 33 bis 50

Prozent der Mischung ausmacht. Mit zunehmendem Kupfergehalte erhält die Legirung eine röthlichgraue, röthlichgelbe oder röthliche Farbe, wird etwas geschmeidig und sehr fest. Fällt der Zinngehalt unter 15 Prozent, so ist sie sehr fest (zäh) und kann im glühenden Zustande gehämmert und zu Platten ausgewalzt werden. Diese Eigenschaft verschwindet bei einem weniger als 5 Prozent betragenden Zinngehalte; dagegen wird alsdann das Metall (namentlich wenn Zinn nur zu 1 bis 2 Prozent vorhanden ist) im kalten Zustande hämmerbar, wiewohl es weit leichter Kantenrisse bekommt, als reines Kupfer. Spezielle Arten der nur aus Kupfer und Zinn bestehenden Bronze sind:

Das Glockenmetall oder Glockengut, am besten aus 78 bis 80 Kupfer, 22 bis 20 Zinn zu bereiten. In verschiedenen Glocken sind durch die chemische Analyse 71 bis 80 Prozent Kupfer, 10 bis 26 Proz. Zinn, und außerdem kleine Mengen Zink, Blei, Eisen gefunden worden.

Das Uhrglockenmetall: 73 bis 75 Kupfer, 27 bis 25 Zinn.

Das durch seine hohe Klangfähigkeit ausgezeichnete Metall der chinesischen Zimbeln (Gong-gong oder Tam-tam) 80 Kupfer, 20 Zinn.

Kanonenmetall oder Stückgut: 90 bis 91 Kupfer, 10 bis 9 Zinn.

Medaillen-Bronze (in Frankreich): 95 Kupfer, 5 Zinn.

Bronze zu gewalzten Platten, womit Seeschiffe beschlagen werden: 94 Kupfer, 6 Zinn.

Bronze zu Zapfenlagern bei Maschinen, Achslagern der Lokomotiven u. dgl.: 86 bis 89 Kupfer, 14 bis 11 Zinn.

Eine sehr merkwürdige Eigenschaft des mit Zinn legirten Kupfers besteht darin, daß es durch schnelle Abkühlung nach dem Glühen merklich geschmeidiger wird; hiervon macht man einen nützlichen Gebrauch bei Verfertigung der Becken oder Teller, die ein so drastisches Ingrediens der türkischen Militärmusik bilden. Indem man diese dünn gegossenen Stücke rothglühend in Wasser ablöscht, und so mehrmals damit verfährt, erlangen sie einen genügenden Grad von Geschmeidigkeit, um ein anhaltendes Ueberhämmern zu ertragen, durch welches man sie klingender und zugleich widerstandsfähiger gegen Bruch bei dem heftigen Aneinanderschlagen macht.

b) Bronze mit Zinkgehalt. Durch eine Beimischung von Zink wird die Bronze sehr geeignet zu scharf ausgebildeten Abgüssen, erlangt zugleich eine größere Dehnbarkeit und eine hochgelbe, zuweilen fast goldartige Farbe, welche besonders dann sehr erwünscht ist, wenn die Artikel (wie Leuchter, Kronleuchter rc.) vergoldet werden sollen, weil dann die Vergoldung mit weniger Gold sehr schön ausfällt. Beispiele zinkhaltiger Bronze sind folgende:

Zu Bildsäulen, Büsten und andern Werken des Kunstgusses (Statuenbronze):

Kupfer	91.5	82.5	73.0
Zinn	1.7	10.3	18.2
Zink	5.5	4.1	8.8
Blei	1.3	3.1	—

Zu kleineren Gußgegenständen, welche vergoldet werden:

Kupfer	78.5	73	65
Zinn	2.9	4	3
Zink	17.2	23	32
Blei	1.4	—	—

Zu Gewichtstücken, Reißzeugen, Wagebalken u. dgl. hämmerbar, sehr politurfähig und nicht so leicht als Messing an der Luft anlaufend: 89.5 Kupfer, 8.5 Zinn, 2,0 Zink.

Zu Zapfenlagern bei Maschinen:

Kupfer	90 —	86 —	74.5
Zinn	4 —	12 —	9.5
Zink	6 —	2 —	9.0
Blei	— —	— —	7.0

An der Statuenbronze ist eine sehr geschätzte Eigenschaft, wenn sie in der Witterung nicht zu spät eine gleichmäßige und schöne grüne Rostdecke (die sogenannte patina antiqua) annimmt. Um einen Anfang dieser patina künstlich hervorzubringen, geht man folgendermaßen zu Werke: Man löst 2 Drachmen Salmiak und ½ Drachme Kleesalz in 28 Loth reinem wasserklaren Essig, taucht einen Pinsel in diese Lösung, drückt ihn sanft zwischen den Fingern aus, und bestreicht nun mit ihm die wohlgereinigte Oberfläche des Gegenstandes, der vorher in der Sonne oder auf einem Ofen mäßig gewärmt sein kann. Derselbe Anstrich wird noch einige Mal wiederholt, bis die verlangte grüne Färbung in der gewünschten Intensität zum Vorschein kommt.

Ein etwas abgeändertes Verfahren besteht darin, daß man einen Theil Salmiak, 3 Theile Weinstein und 6 Theile Kochsalz in 12 Theilen heißem Wasser löst, dieser Flüssigkeit 8 Theile einer Auflösung von salpetersaurem Kupfer von 1.160 spez. Gewicht zusetzt, und hiermit das zu bronzirende Stück mehrere Male bestreicht, es aber nach jedem Anstrich eine Zeitlang an einem feuchten Orte liegen läßt. Es entsteht dadurch bald ein dauerhaft grüner Ueberzug, der nach und nach an Schönheit noch zunimmt. Je mehr Salz zu der Mischung genommen wird, um so mehr spielt das erhaltene Grün in's Gelbliche; je weniger, um so mehr in's Blaue. Ein vermehrter Zusatz von Salmiak beschleunigt zwar das Anlaufen, ist aber nicht zu empfehlen, weil der Ueberzug um so dauerhafter und schöner ausfällt, je langsamer er entsteht.

Beim Schmelzen der Bronze muß mit möglichster Geschwindigkeit zu Werke gegangen werden, damit nicht durch Oxydation ein Verlust an Zink, Zinn und Blei eintritt. Im Großen geschieht es gewöhnlich in Flammöfen, mit elliptisch gestaltetem Herde. Die Glockengießer haben oft Oefen mit einfachen Zuglöchern in der gewölbten Decke, ohne Schornstein, weil das Glockengut keinen so hohen Hitzgrad erfordert, als z. B. Gußeisen; jedenfalls aber ist es auch beim Schmelzen von Glockengut Regel, so schnell wie möglich zu schmelzen, und die Oberfläche des Metalls mit Kohlenklein oder Kokes bedeckt zu halten. Man schmelzt alle Mal zuerst das Kupfer ein und gibt, wenn dieses vollständig in Fluß gekommen ist, die andern Metalle (vorläufig erwärmt) hinzu. Beim Zusatz des Zinks muß man suchen, es auf den Grund des geschmolzenen Kupfers hinabzubringen, weil sich sonst ein guter Theil verflüchtigt und verbrennt, bevor er einmal mit Kupfer in Verbindung tritt.

Sobald die Metalle zusammengeschmolzen und gehörig durchgerührt sind, muß sofort der Guß erfolgen. Eben so müssen die gegossenen Stücke möglichst schnell abgekühlt werden, weil die Bestandtheile der Bronze sehr geneigt sind, sich in verschiedene Legirungen von verschiedener Zusammensetzung zu sondern, und die sogenannten Zinnflecke zu bilden, was natürlich beim langsamen Erkalten der Masse in weit höherem Grade eintritt, als bei plötzlichem Erstarren.

Bronziren. Bronziren heißt, der Oberfläche irgend eines Gegenstandes von Holz, Gyps oder anderem Material ein bronzeartiges Ansehen geben. Der Begriff des Wortes wird aber auch wohl dahin ausgedehnt, daß man darunter versteht, irgend einem nicht metallischen Gegenstande ein metallisches Ansehen ertheilen, oder die blanke Oberfläche metallener

Gegenstände durch einen dünnen, matten, gegen das Anlaufen schützenden Ueberzug von brauner, röthlicher ꝛc. Farbe verstecken. Man bedient sich zu der ersterwähnten Art des Bronzirens höchst fein zertheilter oder pulverisirter Metalle. Der Gegenstand wird zuerst mit Leinölfirniß bestrichen, und, wenn dieser fast getrocknet ist, mit dem Bronzepulver, das aus Blattgold, Metallgold, Musivgold, oder metallisch niedergeschlagenem Kupfer angefertigt wird, mittelst eines Staubbeutels bestäubt und darauf mit einem leinenen Läppchen gerieben. Man kann auch den Leinölfirniß vorher mit dem Bronzepulver zusammen reiben, und die Bronze so wie eine Farbe auftragen. Zum Bronziren von Papier oder Holz wird statt des Leinölfirnisses wohl arabisches Gummi angewandt. Kupferbronze wird mit einer Auflösung von salpetersaurem Kupfer dargestellt, aus welcher man das Kupfer durch hineingelegte, ganz reine Eisenplatten sich niederschlagen läßt, es dann auswäscht, trocknet und feinreibt. Zuletzt gibt man wohl eine oder einige Anstriche von Weingeistfirniß.

Um Gypsabgüssen einen sehr dauerhaften grünen, bronzeähnlichen Ueberzug zu geben, der den Gyps vorzüglich gut und viel besser, wie gewöhnlicher Leinölfirniß gegen die Einflüsse der Witterung schützt, geht man folgendermaßen zu Werke: Man bereitet zuvörderst eine Seife aus Leinöl und ätzender Natronlauge, gibt, wenn die Verseifung eingetreten ist, eine konzentrirte Kochsalzlösung hinzu, und dampft nun die Seifenlösung so weit ein, bis sie auf der Oberfläche eine etwas körnige Beschaffenheit annimmt. Man seiht sie nun durch ein Stück Leinwand, verdünnt die durchgelaufene Seifenlösung mit kochendem Wasser, und filtrirt noch ein Mal. Zu gleicher Zeit löst man 4 Theile Kupfervitriol und 1 Theil Eisenvitriol in heißem Wasser und setzt diese Lösung langsam unter beständigem Rühren zu der Seifenlösung, so lange der dabei entstehende Niederschlag noch zunimmt. Dieser Niederschlag ist ein Gemenge von Kupfer- und Eisenseife, d. h. von ölsaurem Kupferoxyd und Eisenoxyd. Das erstere ist grün, das letztere rothbraun, daher denn die Mischung Beider die bräunlichgrüne Farbe der antiken Bronzen darbietet. Der Niederschlag der Metallseifen wird abfiltrirt, und mit einer Portion der gemischten Kupfer- und Eisenlösung in einem kupfernen Kessel ausgekocht, hierauf nach einigem Stehen die Lösung wieder abgegossen, durch reines warmes Wasser ersetzt, dieses nach kurzem Kochen über dem Niederschlage wieder abgegeben, hierauf mit kaltem Wasser nachgewaschen, der Niederschlag in einem leinenen Säckchen ausgepreßt und getrocknet.

Das so erhaltene trockene ölsaure Kupfer- und Eisenoxyd wird nun auf folgende Art angewandt. Man kocht 3 Pfund reines Leinöl mit 24 Loth pulverisirter Glätte, filtirt durch Leinwand und läßt den Firniß an einem warmen Orte stehen, bis er sich geklärt hat. Von diesem Leinölfirniß werden 30 Loth mit 24 Loth der oben beschriebenen Metallseife und 10 Loth weißem Wachs in einer Porzellanschale bei mäßiger Wärme zusammengeschmolzen, was am besten und sichersten in einem Wasserbad geschieht, und so im geschmolzenen Zustande gehalten, bis alle etwa in ihr enthaltene Feuchtigkeit vollständig verdunstet ist. Ist alles so weit fertig, so trägt man den Firniß heiß auf den bis zu etwa 97° erhitzten Gyps mit einem Pinsel auf. Wenn diese Arbeit mit Geschicklichkeit ausgeführt und besonders die Temperatur richtig beobachtet wird, so dringt die Masse in den Gyps ein und bildet zugleich einen ganz feinen Ueberzug, ohne irgend die feineren Konturen der Büste zu verdecken. Wenn nach Verlauf von einigen Tagen kein Geruch mehr an der Büste zu bemerken ist, so reibt man die ganze Oberfläche mit Baumwolle oder feinen Leinenläppchen ab und bronzirt an den hervorragenden Theilen mit etwas Musivgold. Kleinere Gegenstände kann

man ganz in den geschmolzenen Firniß eintauchen und dann so lange aus Feuer halten, bis er eingezogen ist.

Holzwaaren, auch Gegenständen aus Eisen, Blei 2c. gibt man eine grüne Bronzirung durch zwei- oder dreimaliges Bestreichen mit einer grünen in Leinölfirniß abgeriebenen Farbe, welche man aus Indig oder Berlinerblau mit Mineralgelb, Ocher, Umbra, Kolkothar, Grünspan, nach Gutdünken zusammensetzt. Nachdem der letzte Anstrich getrocknet ist, setzt man eine sehr dünne Lage reinen Oelfirnisses darüber und reibt schließlich mittelst der mit eben solchem Firnisse benetzten Fingerspitze eine geringe Menge geriebenen Metallgoldes auf den hervorragendsten Erhöhungen ein, um so das abgescheuerte Ansehen der Antikbronzen nachzuahmen.

Kupfer wird bronzirt, indem man durch eigenthümliche Behandlung auf dessen Oberfläche einen Ueberzug von Oxydul erzeugt, welcher angenehm gelblichbraun oder rothbraun aussieht. Folgende Vorschrift zum Bronziren kupferner Medaillen ist bewährt: Man löset 2 Theile Grünspan und 1 Theil Salmiak in Essig, bringt die Lösung zum Kochen, schäumt sie ab, und verdünnt sie so stark mit Wasser, bis sie nur noch ganz schwach metallisch schmeckt und bei fernerem Wasserzusatz keinen weißen Niederschlag mehr bildet. Diese Lösung bringt man in einer Porzellanschale zu lebhaftem Sieden, und gießt sie nun rasch auf die Medaillen, welche vorher, besonders von allen fettigen Theilen, sorgfältig gereinigt und in einer anderen Schale mittelst eines hölzernen Rostes so auf ihren Rand gestellt sind, daß sie sich gegenseitig nicht berühren. Ohne Verzug setzt man nun die Schale mit den Medaillen über Feuer und läßt ihren Inhalt zum Sieden kommen. Sobald man bemerkt, daß sich die verlangte Farbe in dem erforderlichen Grade von Intensität ausgebildet hat, nimmt man die Münzen aus der Flüssigkeit, und spült sie in reinem Wasser ab. Läßt man in der Absicht, eine recht starke Bronzirung zu erhalten, die Münzen zu lange mit der Flüssigkeit kochen, so wird der Oxydulüberzug bald so dick, daß er sich von dem Kupfer leicht ablöst, während eine richtig bewirkte Bronzirung so fest auf dem Kupfer haftet, daß sie selbst durch Reiben nicht heruntergeht. Nur durch einige Uebung kommt man dahin, mit Sicherheit den Zeitpunkt zu erkennen, wo die Münzen aus dem Bade genommen werden müssen. Auch ist es wichtig, daß die Bronzirflüssigkeit nicht zu konzentrirt genommen werde, weil in diesem Falle der Ueberzug nur wenig Festigkeit gewinnt, und durch Reibung leicht abgeht, und sich außerdem ein weißes Pulver auf den Münzen absetzt, das nachher an der Luft grün wird, und die Schönheit der Bronzirung sehr beeinträchtigt.

Um kupfernen Gefäßen (Theekesseln 2c.) eine rothbraune Bronzirung zu geben, trägt man auf dieselben — nachdem sie mit Bimsstein und Wasser fein abgeschliffen sind — ein zu zartem Brei geriebenes Gemenge von 1 Theil Hornraspelspänen, 4 Theilen Grünspan, 4 Theilen Kolkothar und etwas Essig auf; hält die so vorbereiteten Stücke so lange über ein Steinkohlenfeuer, bis der Anstrich trocken und schwarz geworden ist; wäscht sie wieder rein ab und trocknet sie.

Eine grau- oder bräunlichschwarze Bronzirung auf kupfernen Gegenständen entsteht, wenn man diese eine kurze Zeit in sehr schwache Schwefelleberauflösung legt, dann mit reinem Wasser spült, abbürstet und trocknet.

Schwarze Bronzirung auf Messing (z. B. für Taschenfernröhre, physikalische Apparate u. dgl.) wird hervorgebracht, indem man Kupfer in so viel Salpetersäure auflöst, daß von letzterer ein Ueberschuß vorhanden ist; diese Flüssigkeit mit viel Regenwasser verdünnt, auf das erwärmte

Messing streicht und in der Wärme darauf eintrocknen läßt, endlich mit einer Bürste oder mit Leder reibt.

Das Brüniren der Flintenläufe mag der nahen Verwandtschaft der Sache wegen gleich hier mit abgehandelt werden. Man bezweckt damit, den Flintenläufen oder auch anderem Eisenwerke einen dünnen Oxydüberzug zu geben, theils um dadurch das Eisen vor dem ferneren Rosten und Anlaufen beim Anfassen zu schützen, theils den Metallglanz der Oberfläche aufzuheben, der beim Zielen oft sehr störend ist, theils, bei Militärgewehren, die Läufe soviel wie möglich den Blicken des Feindes zu entziehen, theils endlich, und hauptsächlich wohl, des gefälligeren Ansehens wegen. In dieser letzten Beziehung eignet sich das Brüniren ganz besonders für damaszirte Läufe, die dadurch ein ungemein schönes Ansehen erlangen. Die Sache besteht in nichts Weiterem, als einen ganz dünnen, gleichmäßigen, festhaftenden Rostüberzug hervorzubringen und diesem allenfalls durch Einreiben von Wachs, oder durch Schellackfirniß eine mäßig glänzende Oberfläche zu geben.

Man hat eine Menge verschiedener Methoden, einen solchen Rostüberzug hervorzubringen. Entweder bringt man die Läufe in einen Raum, in welchem Dämpfe von Salzsäure entwickelt werden, oder bestreicht sie wiederholt mit einer sehr verdünnten Mischung von Salz- und Salpetersäure. Das gewöhnlichste Brünirmittel aber ist Chlorantimon (Spießglanzbutter), das man danach wohl Brünirsalz nennt. Man bereitet eine innige Mischung von Spießglanzbutter mit Olivenöl und reibt damit das schwach erwärmte Eisen ein, setzt dieses nun eine Zeit lang der Luft aus, und wiederholt das Einreiben noch einige Male, bis der Ueberzug die verlangte Stärke angenommen hat. Um das Anlaufen zu beschleunigen, kann man nach dem Einreiben der Mischung den Lauf noch mit ein wenig Scheidewasser abreiben. Der Lauf wird nun sorgfältig gereinigt, mit reinem Wasser gewaschen, getrocknet, und zuletzt entweder mit dem Polirstahl polirt oder mit weißem Wachs eingerieben, oder endlich mit einer Auflösung von vier Loth Schellack und ¾ Loth Drachenblut in 2 Quart Weingeist gefirnißt. Nach Storch entsteht eine gute Brünirflüssigkeit durch Auflösung von 3 Theilen Kupfervitriol, 1 Theil eisenhaltigem Schwefeläther und 12 Th. destillirtem Wasstr.

Brot. Eine schaumig schwammige Masse, die durch Backen eines, mittelst Hefe oder eines sonstigen Fermentes in Gährung versetzten Weizen- oder Rockenmehlteiges entsteht; das erste Nahrungsmittel aller zivilisirten Nationen. Nach dieser Definition gehören alle gebakkenen, nicht aber vorher gegohrenen Teige streng genommen nicht zu den Brotarten, sondern sind vielmehr den Kuchen zuzurechnen.

Der wesentliche Vorgang beim Brotbacken besteht, um Dieses in der Kürze vorherzuschicken, in Folgendem. Wenn Mehl, dessen Hauptbestandtheile Stärkemehl, Kleber und eine sehr kleine Menge Zucker sind, mit Wasser zu einem Teig angemacht und mit einer kleinen Menge Ferment (Hefe oder Sauerteig) versetzt wird, so tritt durch Einwirkung dieses letztern auf den Zucker sehr bald Weingährung ein, wodurch Alkohol und Kohlensäure entstehen. Die Kohlensäure entwickelt sich dabei als Gas inmitten des zähen Teiges und verwandelt ihn in eine schaumige Masse. Der gehörig aufgegangene Teig kommt sodann in den Backofen, um durch die hier herrschende hohe Temperatur verschiedene Veränderungen zu erleiden, und zwar: 1. werden die Körnchen des Stärkemehls zum Zerplatzen und Aufschwellen gebracht; 2. wird das in dem Teige enthaltene Wasser von dem gebildeten Stärkeschleim eingesogen,

der Teig also trockener; 3. wird theils durch die noch fortgehende Gährung, theils durch die in Folge der Hitze sich ausdehnende Kohlensäure, theils vielleicht auch durch Dampfbildung der Teig noch stärker aufgetrieben; 4. wird durch Austrocknung und anfangende Röstung der Oberfläche die Rinde gebildet.

Der eigentliche Zweck beim Brotbacken geht also dahin, den Kleber und das Stärkemehl zu einer homogenen Masse zu verarbeiten und nun in dieser auf Kosten des Zuckergehaltes einen Gährungsprozeß hervorzurufen, um durch die sich entwickelnde Kohlensäure den Teig aufgehen zu machen. Da das Stärkemehl in der Hitze des Backofens in dem Wasser des Teiges aufschwillt und sich dabei mit dem Kleber innig verbindet, so ist es bei fertigem und richtig beschaffenem Brote unmöglich, Stärke und Kleber durch die gewöhnlichen einfachen Mittel wieder von einander zu trennen.

Wird Mehl mit Wasser (ohne Hefe) zu einem Teige angemacht und gebacken, so entsteht je nach der dickeren oder dünneren Konsistenz des Teiges und nach der Zeit des Backens entweder eine harte hornartige, oder eine zähe, jedenfalls eine sehr schwer verdauliche Masse. Findet jedoch inmitten dieses Teiges eine Gasentwickelung Statt, ohne daß das Gas der zähen Beschaffenheit der Masse wegen entweichen kann, so bilden sich unzählige Bläschen oder Zellen aus, die nur durch feine Zwischenwände von einander getrennt sind, und diese außerordentlich zarten, dabei halbtrockenen Zellenwände bilden die eigentliche Substanz der Brotkrume.

Die Brotkrume ist also eine innige Verbindung von kleister- oder schleimartig aufgeweichter Stärke und Kleber, eine Masse, welche an und für sich ihrer dichten zähen Beschaffenheit wegen schwer verdaulich ist, wie man an teigigem, schlecht aufgegangenem Brote zu bemerken Gelegenheit hat; die aber, schaumartig aufgelockert und zugleich in gewissem Grade getrocknet, die zarten Wände zwischen den Zellen der Brotkrume darstellt, und durch diesen fein zertheilten Zustand im Magensafte leicht löslich wird. Frisch gebackenes Brot ist im Inneren noch feucht, äußerlich aber in der Rinde bis zur spröden Beschaffenheit ausgetrocknet; einige Zeit aufbewahrt, erleidet es die bekannte Aenderung, daß sich die Feuchtigkeit der Krume der Rinde mittheilt, wodurch die erstere trockener, die letztere dagegen feucht wird und eine zähe lederartige Konsistenz gewinnt.

Das Verfahren beim Brotbacken ist fast in allen Ländern von Europa dasselbe, obschon die Materialien je nach den verschiedenen Klimaten und Bodenarten, wie sie der einen oder anderen Getreideart entsprechen, Unterschiede darbieten. Während z. B. in unserem Vaterlande, in Frankreich, Belgien und anderen Ländern das Rockenbrot in größter Menge genossen wird, ist dasselbe in England fast ganz unbekannt.

Der gegohrene Teig, gleichviel, ob die Gährung durch Sauerteig oder durch Hefe bewirkt worden, enthält nur noch wenig oder gar keinen Zucker, statt dessen aber eine gewisse Menge, ungefähr die Hälfte vom Gewicht des zersetzten Zuckers, Weingeist, und gewinnt dadurch einen entfernt weinartigen Geruch, der aber beim nachherigen Backen durch Verflüchtigung des Weingeistes verschwindet. Es ist daher schon mehrfach vorgeschlagen, den beim Brotbacken verdampfenden Weingeist aufzufangen und zu Gute zu machen; die Menge ist aber so unbedeutend, daß sie die Kosten der Gewinnung nicht lohnt. Bei allem dem ist dieses Projekt in England schon im Großen zur Ausführung gekommen, nach einem Verluste von mehr als 20,000 Lstr. aber wieder aufgegeben.

Als Ferment wird zum Weißbrot fast allgemein die Preßhefe ge-

nommen, zum Rocken- oder Schwarzbrot dagegen Sauerteig. Es ist dieses gewöhnlicher Brotteig, der von dem fertig aufgegangenen Teige abgenommen und bis zum nächsten Backen bei Seite gelegt wird. Die sonst durch das Ausbacken unterbrochene Gährung geht in diesem Theile noch eine Zeit lang fort, verläuft aber bald in die saure Gährung, wobei der gebildete Alkohol in Milch- und Essigsäure übergeht. Durch die Einwirkung dieser Säuren auf den Kleber wird ein Theil desselben aufgelöst, wodurch der Teig allmälig immer dünner wird, und die Eigenschaft erlangt, einer Quantität frischen Mehlteiges zugesetzt, in demselben die Weingährung (daher das Aufgehen), zugleich aber auch die saure Gährung (daher der saure Geschmack) hervorzurufen. Bei längerer Aufbewahrung geht der Sauerteig leicht in Fäulniß über, und ist dann natürlich nicht mehr zu brauchen; doch kann man der Verderbniß vorbeugen, wenn man ihn durch täglichen Zusatz einer kleinen Menge Mehl und Wasser auffrischt. Erfahrungsmäßig sind auf 80 Pfund Brot etwa 3 Pfund Sauerteig erforderlich. Wenn daher täglich gebacken wird, so nimmt man jedes Mal von dem angemachten Teige 3 Pfund ab, welche am nächsten Tage als Sauerteig benutzt werden. Wird dagegen nur alle 2 Tage gebacken, so nimmt man von dem zu 80 Pfund Brot bestimmten Teige nur 1½ Pfund ab, frischt diese am nächsten Tage mit eben so viel Mehl und Wasser an, wodurch also am darauf folgenden Tage 3 Pfund Sauerteig vorhanden sind. Wird nur alle 3 Tage gebacken, so legt man von dem Teige nur 1 Pfund bei Seite, frischt dieses am zweiten, und ebenso wieder am dritten Tage mit 1 Pfund Mehl und Wasser an, um zur Zeit des Backens wieder 3 Pfund Sauerteig zu haben, u. s. f.

Alle bisherigen Versuche, beim Weißbrot die Hefe durch andere Substanzen zu ersetzen, welche eine Gasentwickelung im Teige hervorbringen und das Aufgehen des Teiges bewirken sollten, haben nur ungünstige Resultate gegeben. Besonders des doppelt kohlensauren Ammoniaks, oder in Ermangelung desselben des gewöhnlichen anderthalbkohlensauren Ammoniaks hat man sich zu diesem Zwecke bedient, wie denn auch die Kuchenbäcker zu gewissen Backwerken davon Gebrauch machen. Da nämlich das kohlensaure Ammoniak in der Hitze des Backofens sich als Gas verflüchtigt, so bewirkt es, freilich erst während des Backens, das Aufgehen des Teiges. Brot, auf diese Art zum Aufgehen gebracht, ist zwar allerdings sehr porös, aber nicht eigentlich schwammig, nicht mit so deutlich ausgesprochenen Blasenräumen, wie bei gewöhnlichem Brot; es bietet nicht jene regelmäßig zellige Struktur dar, welche eine sorgfältig und kunstgerecht erzeugte Brotkrume besitzen soll. Es ist selbst schwierig, besonders bei größeren Bröten die letzten Spuren von Ammoniak so vollständig zu entfernen, daß es gar nicht mehr zu schmecken wäre; auch soll es die rein weiße Farbe des Brotes beeinträchtigen.

Man hat ferner den Vorschlag gemacht, das zum Anmachen des Teiges bestimmte Wasser vorher mit Kohlensäure zu schwängern, welche dann in der Hitze des Backofens entweicht. Durch Versuche von Vogel ist aber nicht nur dieses Mittel als zwecklos dargestellt, sondern überzeugend bewiesen, daß es nothwendig ist, den Teig schon vor dem Backen durch eine gehörige Gasentwickelung aufgehen zu machen. Ganz dasselbe Resultat ergab sich aus einer Reihe sehr gut gewählter Versuche von Colquhoun, bei denen alle Bemühungen, durch Anmachen des Teiges mit wässeriger Kohlensäure oder mit kohlensaurem Ammoniak und Weinsteinsäure gut aufgegangenes Brot herzustellen, fruchtlos blieben. Das Brot blieb allemal teigig und dicht, wenngleich bei der letztgenannten Mischung weniger als bei Anwendung der Kohlensäure.

Es ist überhaupt nicht möglich, durch dergleichen rasch wirkende Mittel ein gutes Resultat zu erzielen, weil sie sich mit dem anhaltenden und vollkommenen Durchkneten des Teiges gar nicht vertragen. Gerade durch langes Bearbeiten erlangt der Teig eine solche Elastizität und Zähigkeit, entsteht eine so innige Mischung des Mehles mit den das Aufgehen bewirkenden Mitteln, daß er sich in Gestalt eines ganz gleichförmigen feinblasigen Schaumes ausdehnt, ohne das Gas entweichen zu lassen.

Das gewöhnliche Verfahren beim Brotbacken ist folgendes:

A) Rockenbrot. Die Hauptaufgabe besteht darin, nicht nur den Sauerteig auf's Innigste mit dem Mehlteige zu vermischen, sondern auch dieses so zu verrichten, daß die Gährung eine möglichst kräftige werde. Wäre nur das Erstere erforderlich, so würde es hinreichen, den Sauerteig (3 Pfund auf 80 Pfund Brot) mit der ganzen Wassermenge und dem nöthigen Salz innigst zu vermischen, sodann ebenfalls das ganze Mehl hinzuzusetzen und den Teig mit einem Male fertig auszukneten. Bei einem solchen Verfahren würde aber die kleine Menge des Sauerteiges in einer so großen Menge Mehlteig vertheilt, oder mit anderen Worten, sie würde so stark verdünnt sein, daß ihre gährungerregende Kraft nothwendig geschwächt werden müßte. Man geht daher anders zu Werke und vermischt den Sauerteig mit einem kleinen Theile des Mehles und Wassers und läßt die Mischung einige Zeit in Ruhe. Da nun der ganze Sauerteig seine Wirkung auf eine kleine Menge Mehl konzentrirt, so geräth das letztere sehr bald in Gährung, verwandelt sich also ebenfalls in Sauerteig. Zu diesem wird wieder eine kleine Menge des Mehles geknetet, welche nach Verlauf einiger Zeit ebenfalls in Gährung geräth, worauf dann abermals ein Theil des Mehles zugesetzt wird, u. s. f. Es kommt also immer eine verhältnißmäßig kleine Menge frisches Mehl mit einer großen Menge gährenden Teiges zusammen, was die Gährung offenbar befördern muß. Da bei diesem Verfahren die Menge des schon in Gährung befindlichen Teiges immer größer wird, so können auch die successiv zuzusetzenden Mengen des Mehles immer größer genommen werden.

Nach einer sehr bewährten Vorschrift von Prechtl kann man folgendermaßen zu Werke gehen, wobei vorausgesetzt wird, daß 40 Pfund Brot zu backen wären: Am Abende vorher wird der Sauerteig (1½ Pfund) mit ¾ Pfund warmen Wassers durchgearbeitet und sodann 1¼ Pfund Mehl in 3 Reprisen zugeknetet Die so erhaltenen 3½ Pfund Teig bestreut man mit etwas Mehl und läßt ihn bis zum nächsten Morgen, etwa 8 Stunden lang, an einem mäßig warmen Orte stehen. Der Teig, welcher nun gänzlich in Sauerteig übergangen ist, wird sodann wieder in 3 Absätzen mit 3 Pfund Mehl und 2 Pfund Wasser durchgeknetet, und der so gewonnene Teig (8½ Pfund) mit Mehl bestreut, mit einem Tuch zugedeckt und vier Stunden stehen gelassen. Hierauf werden 9 Pfund Mehl nebst 5 Pfund lauwarmen Wassers ebenfalls in 3 Absätzen zugeknetet, so daß nun die Menge des Teiges 22½ Pf. beträgt. Von diesem werden 1½ Pfund als Sauerteig für das nächste Backen zurückgelegt, der übrige Teig aber wieder 2 Stunden in Ruhe gelassen, worauf endlich das noch übrige Mehl hinzukommt. Hierbei geht man folgendermaßen zu Werke: Man bringt den gährenden Teig an das eine Ende des Backtrogs, schüttet dann 17 Pfund Mehl davor, setzt 8½ Pfund lauwarmes Wasser nebst 8 Loth Salz zu dem Teige und rührt ihn damit schnell zusammen. Sodann bildet man in dem vorgeschütteten Mehl eine Rinne, um den dünnen Teig in die Mitte des Backtroges fließen zu lassen, worauf man das Mehl allmälig mit demselben ver-

mischt. Nachdem der Trog mittelst der Scharre rasch abgekratzt worden, setzt man noch 2½ Pfund Wasser hinzu, schüttet den Rest des Mehles darauf und beginnt nun das Ganze anhaltend und sorgfältig zu kneten, wobei man den Teig am besten in mehrere Partien zertheilt, die man einzeln knetet, sie dann wieder vereinigt, abermals abtheilt, u. s. f. Endlich wird nach Zusatz von abermals 1½ Pfund Wasser von Neuem mit immer verstärkter Gewalt geknetet. Der fertige Teig, zu welchem im Ganzen 30 Pfund Mehl und 20 Pfund Wasser kommen, bleibt dann, mit Mehl bestreut, im Sommer 1 Stunde, im Winter 1½ Stunden zum Aufgehen an einem mäßig warmen Orte stehen, worauf er in Brote geformt etwa ½ bis 1 Stunde an einem warmen Orte verbleibt und nunmehr zum Backen fertig ist.

Das hier beschriebene, sehr rationelle, aber für gewöhnliche Haushaltungen zu weitläufige Verfahren kann allerdings ohne erheblichen Nachtheil abgekürzt werden. Der Sauerteig wird dann am Abende mit so viel Mehl und Wasser durchgearbeitet, daß etwa ein Viertel der ganzen bezweckten Teigmenge entsteht. Am anderen Morgen vermehrt man ihn durch zugeknetetes Mehl und Wasser auf das Doppelte, läßt ihn etwa 2 Stunden bedeckt und fügt nun den Rest von Mehl und Wasser hinzu, worauf das eigentliche Kneten vorgenommen wird. Ja nicht selten unterbleibt auch diese zweimalige Operation, so daß am Morgen sogleich das ganze Mehl zugesetzt wird.

B. Weißbrot. Da die eigentliche Hefe, wie sie bei der Branntweinbrennerei gewonnen wird, ein weit kräftigeres Gährungsmittel ist, als der Sauerteig, man sich ihrer aber zum ungesäuerten Weißbrot bedient, so tritt hier die Gährung weit schneller ein, als beim Schwarzbrot, und die Bereitung des Teiges erfordert daher viel weniger Zeit. Ja, es ist kaum nöthig, die Mischung der Hefe mit dem Mehl in getrennten Absätzen vorzunehmen, da bei unmittelbarer Vermischung des ganzen Mehles mit der nöthigen Menge Hefe ein gut aufgehender Teig entsteht. Besser ist es jedoch auch hier, die Hefe zuvörderst mit einer kleinen Menge des Mehles anzurühren, den so gebildeten Teig einige Stunden zum Aufgehen in Ruhe zu lassen und ihm dann das übrige Mehl zuzusetzen. Bei den so überaus verschiedenen Arten dieses Brotes ist eine allgemein gültige Vorschrift zu seiner Bereitung nicht zu geben; wir bemerken nur, daß zu den feinsten Sorten statt des Wassers Milch angewandt, häufig auch Butter zugegeben, und durch Zusatz von Zitronenschale oder anderen Gewürzen ihnen ein angenehmerer Geschmack ertheilt wird, in welchem Falle dann der Uebergang zur Kuchenbäckerei eintritt.

Die an verschiedenen Orten gebräuchlichen Brotsorten verdanken ihren Unterschied ferner dem verschiedenen Grade der Feinheit des Mehles, der mehr oder weniger vollständigen Entfernung der Kleie; auch kommen häufig Mischungen von Rocken- und Weizenmehl zur Anwendung. Schon die größere oder geringere auf die Bearbeitung verwendete Sorgfalt hat auf die Güte des Brotes großen Einfluß, wie denn namentlich ein zu kurzes und unvollständiges Kneten des Teiges den so häufig vorkommenden Fehler bedingt, daß die Krume, statt von gleichförmiger feinzelliger Beschaffenheit zu sein, aus kleineren und größeren Blasenräumen besteht, ja mitunter sogar große Höhlungen enthält.

Die Ausbeute an Brot anlangend, so liefern 100 Pfund Weizenmehl durchschnittlich 126 Pfund fertiges Weißbrot, 100 Pfund Rockenmehl dagegen 130 bis 133 Pfund Brot. Unmittelbar nach dem Backen noch heiß gewogen ist das Gewicht etwas größer; die hier gegebenen Zahlen gelten für das bereits vollständig abgekühlte Brot. Daß von Weißbrot eine geringere Ausbeute als von Rockenbrot erfolgt, mag zum

Theil seinen Grund darin haben, daß das erstere im Allgemeinen von kleinerem Formate gebacken wird, als das letztere, daß daher die ausgetrocknete Rinde einen verhältnißmäßig größeren Theil bildet, zum Theil auch darin, daß das Rockenmehl in Folge der abweichenden Beschaffenheit des in ihm enthaltenen Klebers eine größere Menge Wasser zu binden im Stande ist, als Weizenmehl.

Bei der großen Wohlfeilheit der Kartoffeln ist schon häufig der Versuch gemacht, Kartoffelstärke, ja selbst fein geriebene Kartoffeln dem Brote zuzusetzen. Eine solche Verfälschung ist zwar der Gesundheit nicht nachtheilig; da aber die Kartoffeln keinen Kleber enthalten, so besitzt der so gewonnene Teig weniger Zähigkeit, er läßt mithin die Kohlensäure leichter entweichen, geht weniger gut auf und liefert ein weniger verdauliches Brot.

Knetmaschinen. Es ist gewiß nicht zu verwundern, daß die große mit dem Kneten des Brotteiges verbundene körperliche Anstrengung schon häufig den Gedanken erwecken mußte, diese Arbeit durch Maschinen verrichten zu lassen, weßhalb denn auch eine Menge solcher Maschinen bereits erfunden ist, und wenn dieselben auch aus mehrfachen, leicht zu ermessenden Gründen noch keineswegs in allgemeine Anwendung gekommen sind, vielmehr sich bisher nur in großen fabrikmäßig betriebenen Bäckereien, die stets einerlei Brot produziren, bewährt haben, so glauben wir doch den Gegenstand nicht unerwähnt lassen zu dürfen. Man kann die bis jetzt bekannt gewordenen Maschinen dieser Art dem ihnen zu Grunde liegenden Prinzipe nach in 7 Rubriken abtheilen, und zwar:

1. Maschinen mit Hebel. Der auf einem Tische liegende Teig wird mittelst eines durch Arbeiter auf und ab bewegten Hebels bearbeitet.

2. Maschinen mit horizontalem Trog, in welchem das Kneten auf verschiedene Art verrichtet werden kann. a) Der Trog ist drehbar, ohne alle Rührwerkzeuge, aber mit mehreren vorspringenden Brettern im Inneren versehen, welche bei der langsamen Drehung des Troges den Teig mit sich in die Höhe nehmen und wieder fallen lassen. Von dieser Einrichtung sind die Maschinen von Lambert und die als sehr brauchbar befundene von Fontaine. b) Maschinen mit feststehendem geschlossenen Troge und darin sich drehender Knetvorrichtung, nämlich einem gitterförmigen Rechen, der an einer horizontalen Achse sitzend in dem Troge umgedreht wird. Von dieser Art sind die Knetmaschinen von Grant und von Haize. c) Maschinen, bei welchen umgekehrt der Trog sich dreht, die Knetvorrichtung aber feststeht. Zu diesen gehört die Maschine von Rothgeb und die verbesserte Einrichtung von Frank. d) Maschinen, bei welchen sich sowohl der geschlossene Trog, als auch die Knetvorrichtung, aber in entgegengesetzter Richtung drehen (Maschine von Clayton). e) Maschinen, welche einen offenen Trog, darin aber eine auf horizontaler Achse sitzende Knetvorrichtung enthalten. (Maschinen von Maugeret, von Duguet, von Ferrand, von Lasgorsaix und von Boland, von welcher letztern wir sogleich eine nähere Beschreibung und Abbildung folgen lassen.)

3. Maschinen mit feststehendem Troge und einer darin befindlichen Knetvorrichtung mit Walzen. Von dieser Art sind die Maschine von Cavalier, die von Dumoustier und die von Gobbelschroy.

4. Knetmaschinen mit vertikaler Achse. a) Die Maschine von David, bei welcher der runde, oben offene Trog sich in einer horizontalen Ebene dreht, und in demselben ein an einer vertikalen Welle sitzender Rechen gleichfalls gedreht wird. b) Mit feststehendem Troge und drehbaren Knetvorrichtungen. Diese Maschinen, welche mehr oder weniger mit den zum Durcharbeiten des Thons dienenden Thonmühlen übereinstimmen,

sind in Menge, unter Anderen von Hebert, von Baracco, Neuhaus-Maisonneuve, angegeben.

5. Maschinen mit gradlinig gleitender Bewegung des Trogs oder der Knetvorrichtung, sind von Correge, Lahore, David, Wege, u. A. erfunden, haben sich aber nie bewährt.

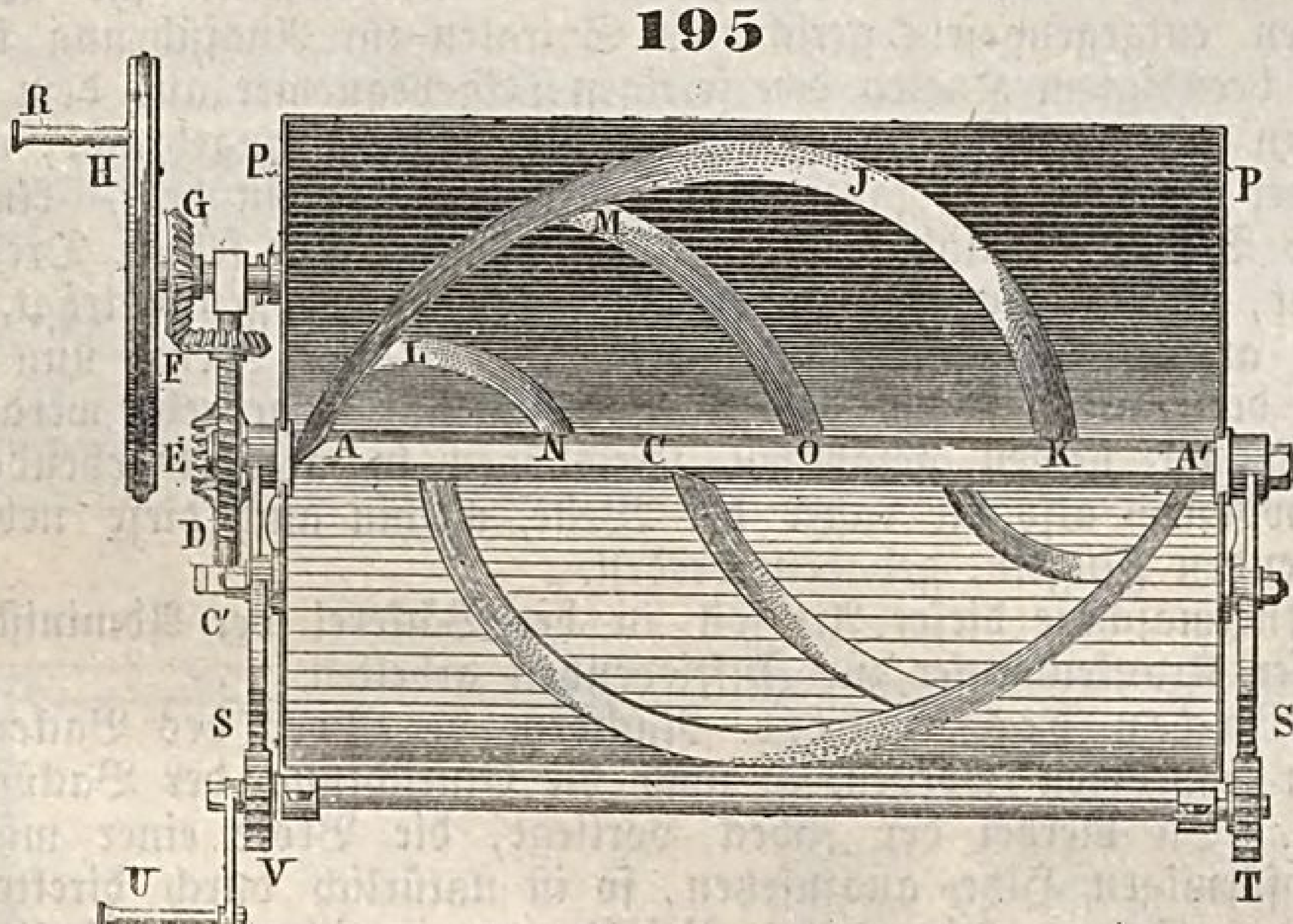
6. Maschinen mit oscillirendem Troge, in welchem durch feststehende Rechen oder Knetwalzen die Arbeit verrichtet wird. Von dieser Art ist die sehr wirksame, aber auch kostbare Maschine von Selligue.

7. Kontinuirlich wirkende Knetmaschinen sind nur zum Zweck der Schiffszwiebackbäckereien bestimmt, bei welchen es sich nur darum handelt, einen gleichartigen Teig von Mehl und Wasser in ununterbrochener Arbeit zu bereiten, welcher dann sofort in die zum Formen der Zwiebacke dienende Maschine gelangt. Zu dieser Kategorie gehören die Maschinen von Hebert, Cowderoy, Clark, Overton u. A.

Wir haben durch diese kurze Aufführung nur zeigen wollen, wie fast alle ersinnliche Mittel zu dem vorliegenden Zwecke aufgeboten sind; nähere Beschreibungen gestattete der Raum nicht, und wir werden uns daher auf die Beschreibung einer neueren, anscheinend guten Knetmaschine, der von Boland beschränken, im Uebrigen auf eine sehr vollständige, durch genaue Abbildungen erläuterte Arbeit in Hülsse's allgemeiner Maschinen-Encyklopädie, Artikel „Backmaschinen," verweisend.

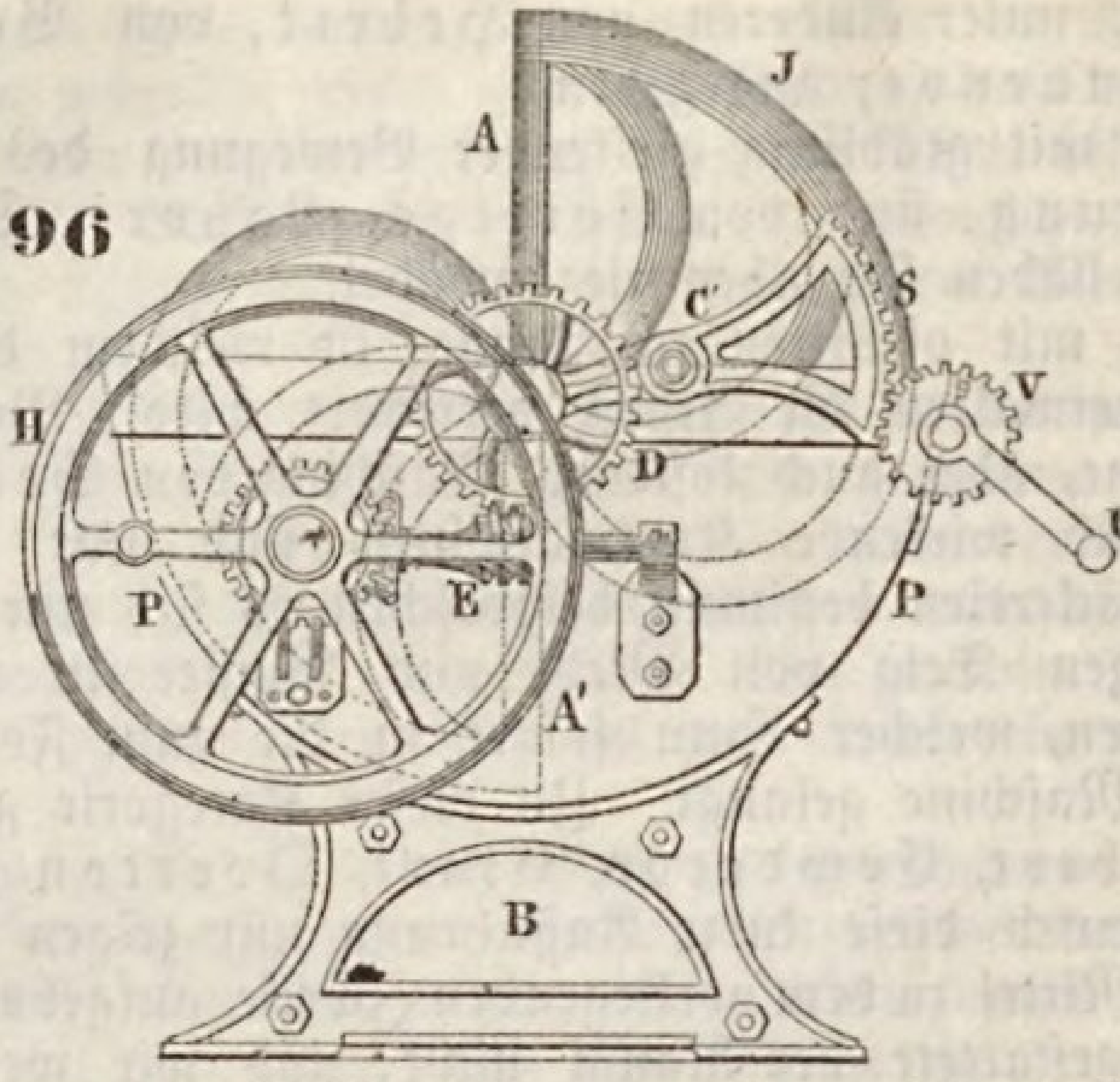
Die Bolandsche Knetmaschine besteht in einem halbzylindrischen, oben offenen Troge, in welchem sich ein System von spiralförmig gekrümmten eisernen Schienen, die an einer horizontalen Welle sitzen, umdreht. Fig. 195 ist eine Ansicht der Maschine von oben, Fig. 196 eine

195



Endansicht. P, P der Trog, welcher auf einem niedrigen Gerüst B ruht. C, die horizontale Welle, welche an beiden Seiten des Troges in Lagern liegt und mittelst der Kurbel R gedreht wird. Diese an einem Schwungrade H befestigte Kurbel treibt zunächst das konische Rad G um, dieses das Rad F, an dessen Welle eine Schraube ohne Ende E sitzt, welche wieder in das an der Welle C sitzende Rad D eingreift. Die Knetvorrichtung besteht aus zwei einander gegenüberstehenden, eigenthümlich gestalteten Flügeln. Der erste derselben beginnt mit einer rechtwinklig von der Welle C ausgehenden Schiene A, von welcher eine spiralförmige Schiene J ausgeht, die sich wieder bei K mit der Welle vereinigt. Zwei andere, ebenfalls schneckenförmig gekrümmte Schienen

196



L und M laufen von der Schiene J aus, und vereinigen sich bei N und O mit der Welle. Der zweite Flügel ist ganz ebenso konstruirt, nur daß die rechtwinklig von der Welle ausgehende Schiene A' sich an der anderen Seite des Troges befindet, und also auch die krummen Schienen die entgegengesetzte Richtung von jenen des ersten Flügels haben. Der Zweck dieser eigenthümlichen Anordnung besteht nicht sowohl darin, den Teig zu zerschneiden, was fehlerhaft wäre, da derselbe nur geknetet, nicht geschnitten werden soll, sondern ihn zu drücken und im Troge hin und her zu schieben, was eben durch die abwechselnd zur Wirkung kommenden entgegengesetzt gerichteten Spiralen zur Ausführung kommt. Um nach beendigtem Kneten den fertigen Teig bequemer aus dem Troge nehmen zu können, ist eine besondere Vorrichtung angebracht, mittelst welcher der Arbeiter die ganze Welle mit den Flügeln hebt. An jeder Seite des Troges nämlich befindet sich ein Hebel, der seinen Drehpunkt bei C' hat, dessen einer Arm einen gezahnten Kreisbogen S trägt, während der andere das Lager der Welle C enthält. Wenn nun durch Drehung der Kurbel U die beiden Räder V und T gedreht werden, so setzen diese die beiden gezahnten Kreisbögen in abwärtsgehende Bewegung, wodurch also die Lager der Welle, mithin auch diese nebst den daran sitzenden Flügeln, gehoben werden.

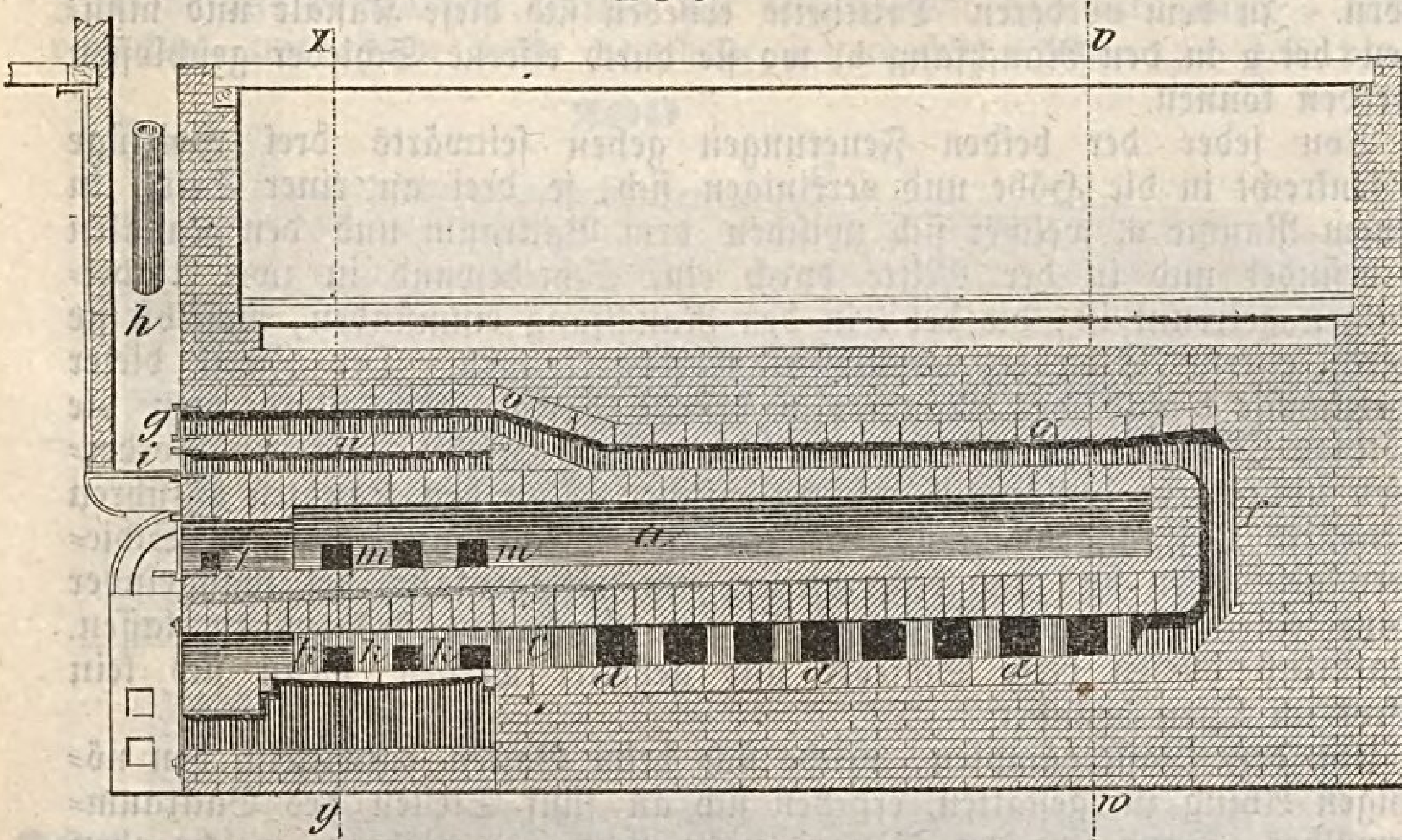
Eine Knetmaschine dieser Art soll in der Bäckerei der Administration der Pariser Krankenhäuser zur Zufriedenheit arbeiten.

Das Backen des Brotes. Nachdem der Zweck des Backens bereits oben besprochen worden, ist noch die Einrichtung der Backöfen zu betrachten. Da hierbei der Zweck vorliegt, die Brote einer mäßigen, sehr gleichförmigen Hitze auszusetzen, so ist natürlich durch direkte Einwirkung des Feuers kein gutes Resultat zu erreichen, weßhalb denn auch seit den ältesten Zeiten die Backöfen in Gestalt eines steinernen Gewölbes ausgeführt werden, welches durch darin angemachtes Feuer erhitzt und sodann nach dem Herausnehmen des Feuers zum Backen benutzt wird. Ohne hier eine Beschreibung der in Deutschland allgemein gebräuchlichen und bekannten Backöfen zu geben, wenden wir uns sogleich zu den auf Steinkohlenfeuerung berechneten Oefen, welche bei den steigenden Holzpreisen von Jahr zu Jahr an Wichtigkeit gewinnen, obgleich die an Holzfeuerung gewöhnten Bäcker sich gegen ihre Einführung hartnäckig sträuben. In England sind solche Backöfen längst im Gebrauch und erfüllen ihren Zweck, obgleich die Einrichtung ziemlich roh genannt zu werden verdient. Sie bestehen in einem flachen ge-

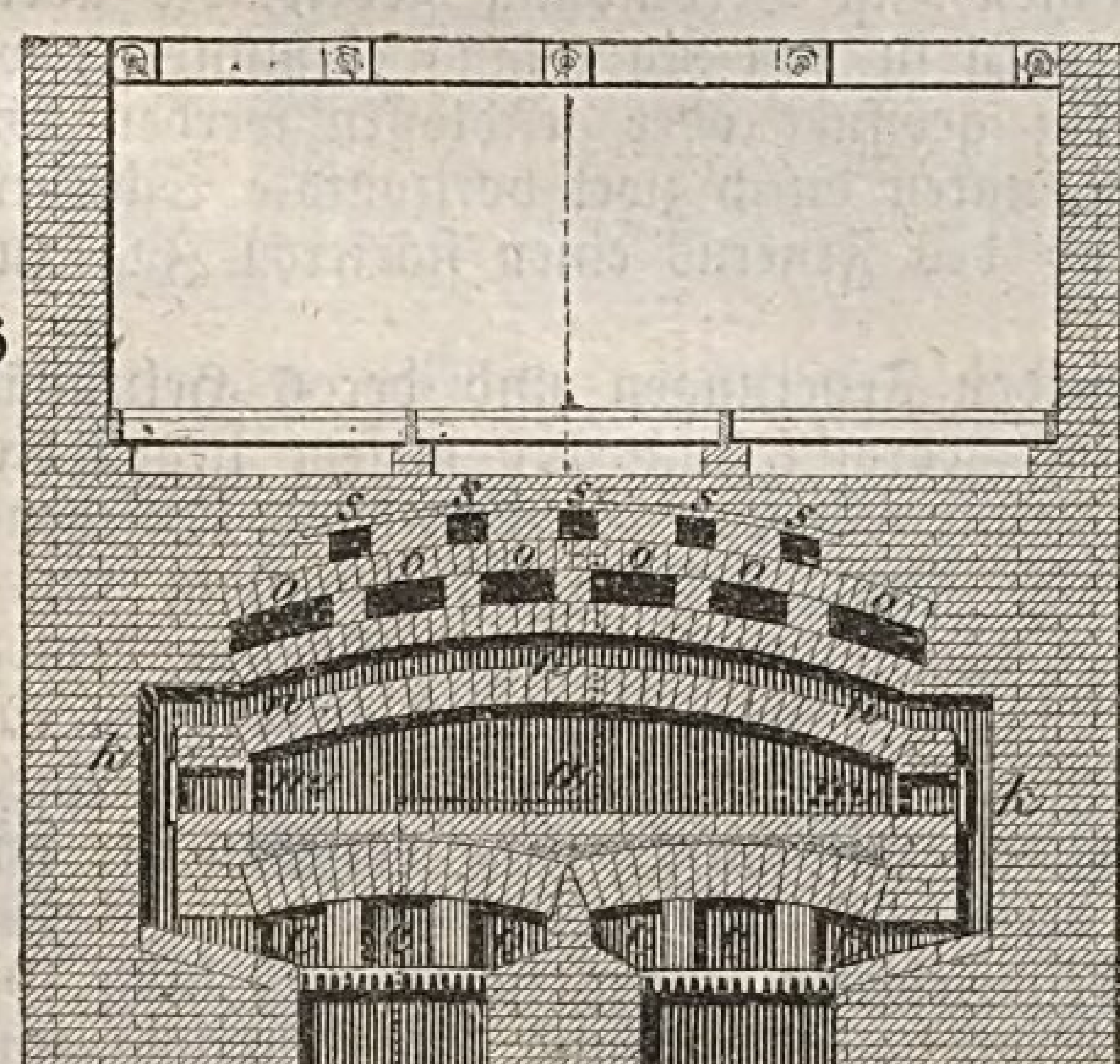
mauerten Gewölbe, durch das die Flamme eines Steinkohlenfeuers streicht, welches in einem kleinen, in dem Mauerwerk des Ofens selbst, seitlich von dem Backraum befindlichen Ofen brennt, so daß mithin der ganze Steinkohlenrauch seinen Weg durch den Backofen nehmen muß.

Weit rationeller ist die Einrichtung eines seit langen Jahren in der Militär-Bäckerei in Hannover in Betrieb stehenden, zu Steinkohlenfeuerung eingerichteten Backofens, mit dessen Leistungen man in jeder Hinsicht vollkommen zufrieden ist, in welchem jede Art von Brot vom ordinären Schwarzbrot bis zum feinsten Weißbrot gebacken werden kann, und welcher in einer Konfektbäckerei derselben Stadt seit Jahren die vortrefflichsten Dienste leistet. Fig. 197 stellt diesen Ofen im vertikalen Längendurchschnitt nach den Linien t u der folgenden Zeichnung, Fig. 198 denselben im Querdurchschnitt nach der Linie x y der vorhergehenden Zeichnung, Fig. 199 denselben ebenfalls im Querschnitt, aber nach der Linie v w dar. a der Backraum, unter welchem sich zwei Feuerungen befinden, die durch eiserne Roste von den darunter liegenden

197

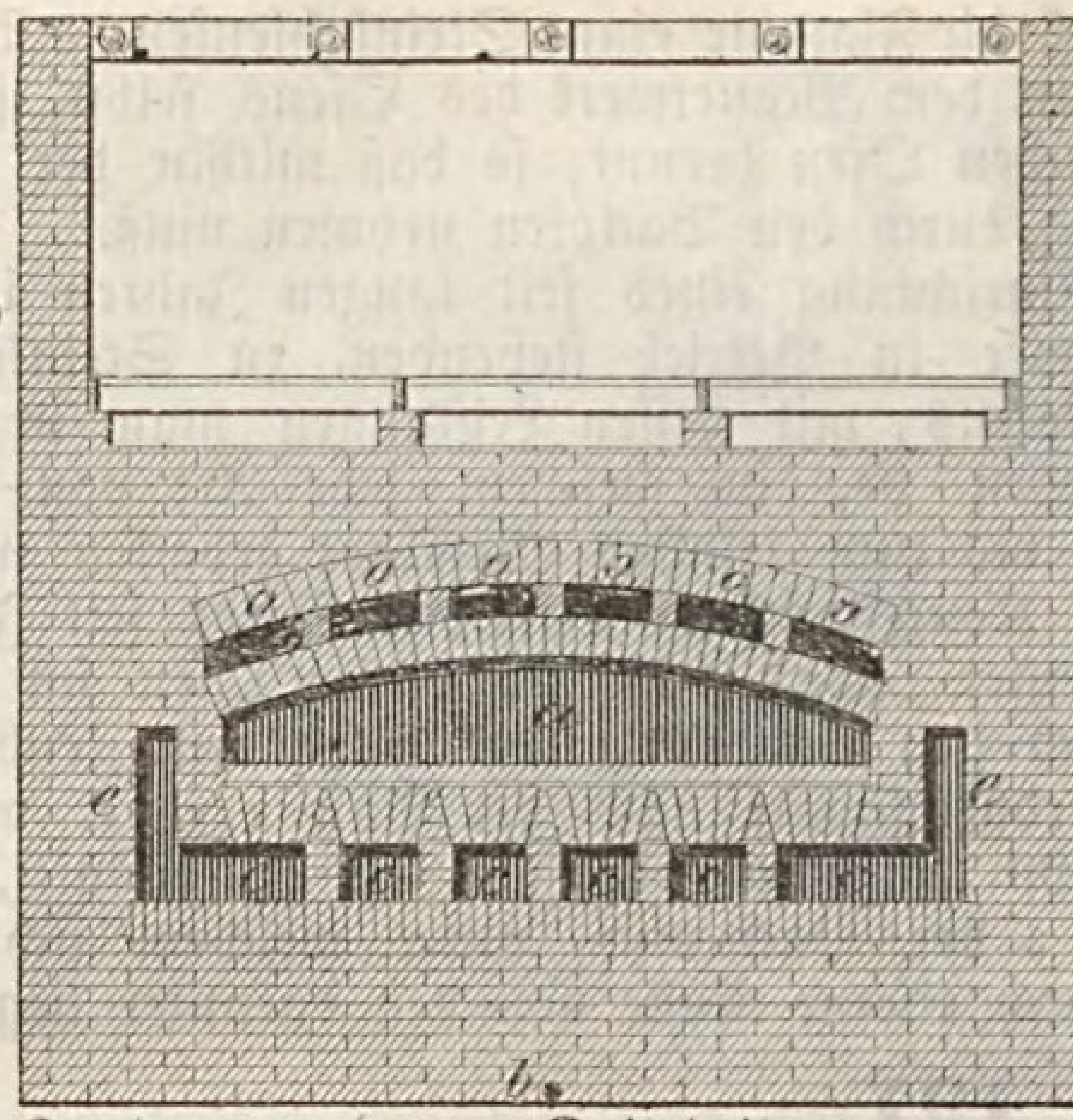


198



Aschenräumen getrennt sind. Die Feuerungen sowie die Aschenräume sind mit eisernen Thüren versehen. b, eine Luftröhre, welche nach hinten unter dem Fußboden des Backhauses hinläuft, auf dem Bäckereihofe ausmündet, und dazu dient, die äußere kalte Luft dem Brennraume zuzuführen. Von den Feuerungen führen sechs Kanäle c die Hitze unter der Sohle des Backraumes hin, doch sind diese Kanäle durch Oeffnungen d in den Zungen mit ein-

199



ander in Verbindung gebracht, damit sich die Hitze gleichförmiger unter dem Backraume vertheilt. Von den beiden äußeren der 6 Kanäle gehen an jeder Seite neun Heizzüge e senkrecht in die Höhe, um die Seitenwände des Backraumes zu erhitzen; sie sind oben geschlossen und wirken nur mittelst stehender Hitze. Die 6 Heizkanäle steigen hinten bei f senkrecht in die Höhe, und laufen von da aus durch die Kanäle o über dem Backraum her nach vorn. In dem vorderen Drittheile erheben sich diese Kanäle und münden bei g in den Rauchfang h, wo sie durch eiserne Schieber geschlossen werden können.

Von jeder der beiden Feuerungen gehen seitwärts drei Heizzüge k senkrecht in die Höhe und vereinigen sich, je drei an einer Seite, in einem Raume n, welcher sich zwischen dem Backraum und den Kanälen o befindet und in der Mitte durch eine Scheidewand in zwei Abtheilungen getrennt ist, die bei i in den Rauchfang einmünden, woselbst sie durch eiserne Schieber verschlossen werden können. Der Zweck dieser Heizkanäle k und des Raumes n besteht darin, dem Vorderofen die nöthige Oberhitze zu geben, weil die langen Heizkanäle o den Vorderofen nicht mehr hinlänglich erhitzen würden. Von den Kanälen k führen seitwärts Oeffnungen m in den Backraum, welche mit doppelten Schiebern geschlossen sind und dazu dienen, um nöthigenfalls bei mangelnder Hitze einen Theil der Feuerluft in den Backraum strömen zu lassen. Natürlich dürfen diese Schieber nur geöffnet werden, wenn sich kein Brot im Ofen befindet.

Um den Wasserdämpfen, welche sich beim Backen entwickeln, den nöthigen Abzug zu gestatten, erheben sich an fünf Stellen des Backraumgewölbes eiserne (in den Figuren nicht sichtbare) Röhren, welche oben mit den 5 horizontalen Kanälen s in Verbindung stehen, die über den Heizkanälen hinlaufen und vorn in den Rauchfang einmünden, wo sie durch eiserne Schieber beliebig geöffnet oder geschlossen werden können.

Der Rauchfang selbst kann unten durch zwei horizontale Schieber geschlossen werden, um während des Feuerns einen stärkeren Zug zu veranlassen.

Ueber die Gewölbe der beiden Feuerungen und der 6 Heizkanäle ist ein zwei Zoll dicker Lehmschlag gebracht, und auf diesem liegen die 2½ Zoll dicken Backofensteine. Damit während des Ein- und Umsetzens der Brote der Backraum möglichst wenig erkalte, ist inwendig an jeder Seite des Mundloches eine Oeffnung t angebracht, die mit dem Heizraum in Verbindung steht und dazu dient, die aus dem Ofen entweichende Hitze möglichst zu ersetzen. Das Mundloch wird mittelst eines geschmiedeten Vorsetzeisens, welches mit Handgriffen versehen ist, und in einem eisernen Rahmen sich verschieben läßt, geschlossen.

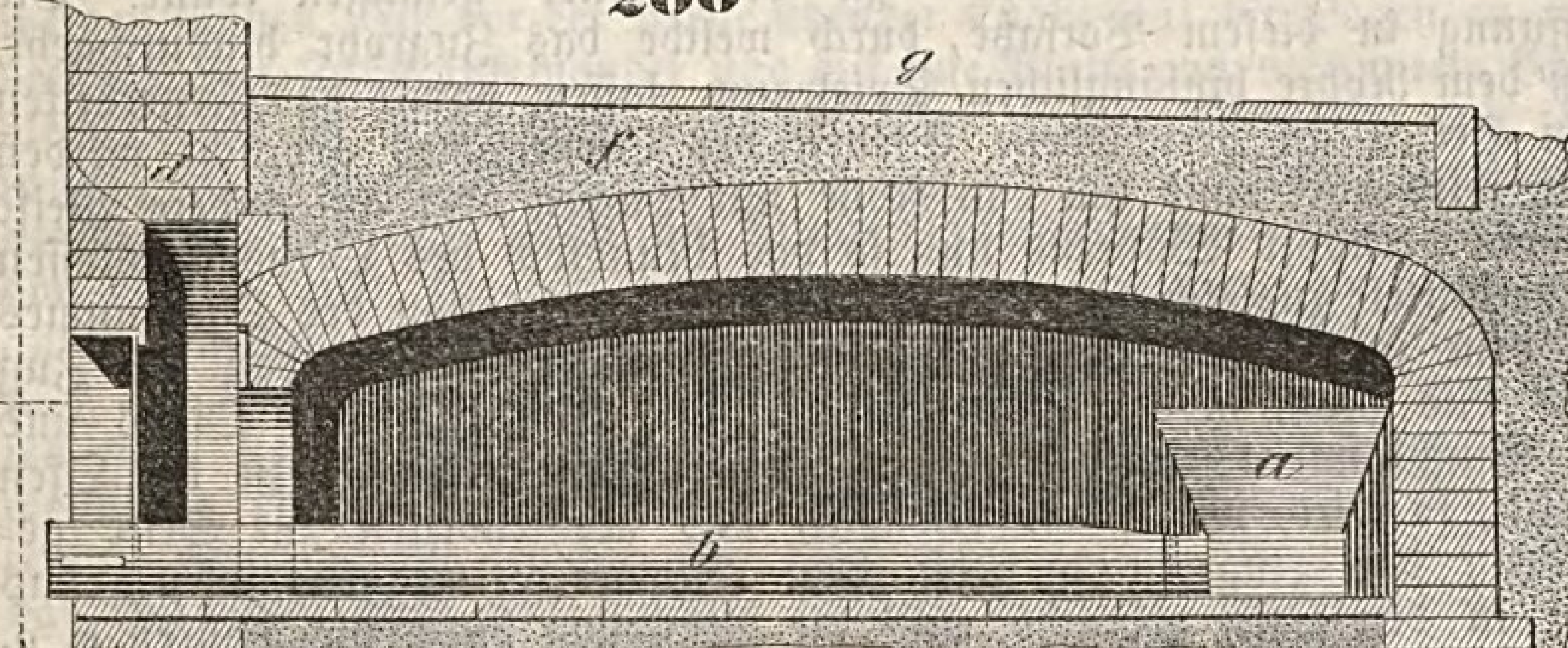
Der Backraum des hier beschriebenen Ofens ist 18 Fuß lang, 9 Fuß 3 Zoll breit und faßt 300 Brote von 7½ Pfund. An Feuerung sind zu einem Gebäck 4 Kubikfuß Steinkohlen erforderlich. Wenn aber in einem

Tage 4 Mal gebacken wird, der Ofen also beständig in Hitze bleibt, so sind im Ganzen 10 Kubikfuß Steinkohlen nöthig, wonach 100 Pfund Brot nur 2⅔ Pfennig an Feuerungskosten verursachen.

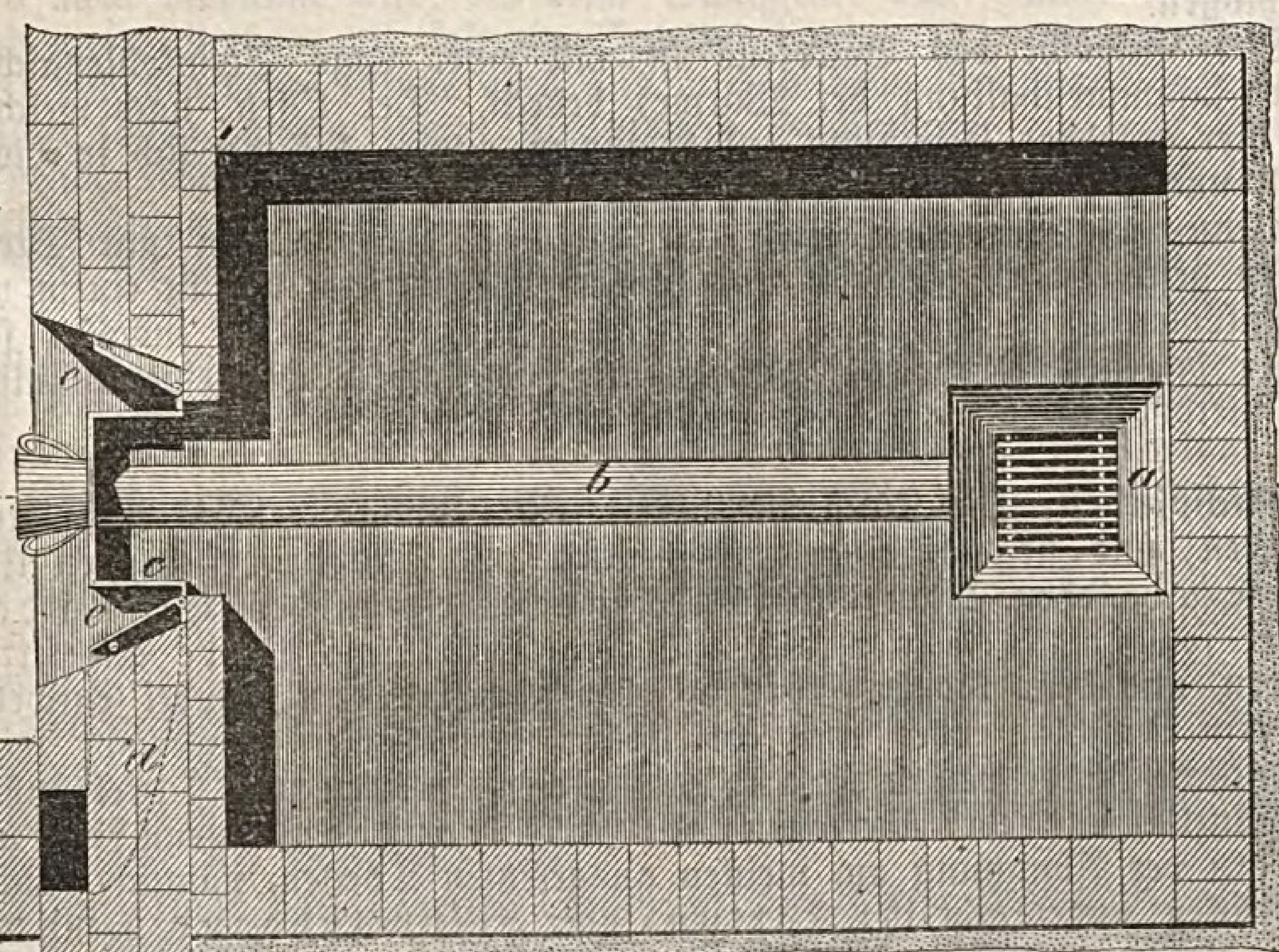
Ein wesentlicher Vorzug eines solchen von außen zu heizenden Backofens liegt offenbar darin, daß mit dem Feuern beständig, auch während des Backens fortgefahren werden kann, und die sonst zum Heizen des Backofens nöthige Zeit nicht verloren geht.

Wir geben zum Schluß in den Figuren 200 (senkrechter Durchschnitt), 201 (horizontaler Durchschnitt) und 202 (Aufriß der Vorderseite) Zeichnungen eines Backofens für Steinkohlenfeuerung, wie solche in England neuerlich vielfältig angewendet sind. Das Eigenthümliche dieses Ofens, der im Uebrigen mit einem gewöhnlichen Backofen zu Holzfeuerung ganz übereinstimmt, liegt in der Heizvorrichtung, einer Art Feuerbecken, welches den nöthigen Luftzufluß durch ein langes Blechrohr erhält, dessen vordere Mündung aus dem Ofen hervorragt, während das Becken sich ganz im Hintergrunde des Backraumes befindet. Ist der Ofen heiß, so schiebt man das Becken zur Seite, und zieht das Zugrohr aus dem Ofen, worauf mit dem Backen begonnen wird. a das viereckige, mit einem Roste versehene Feuerbecken (chaffern); b das ble=

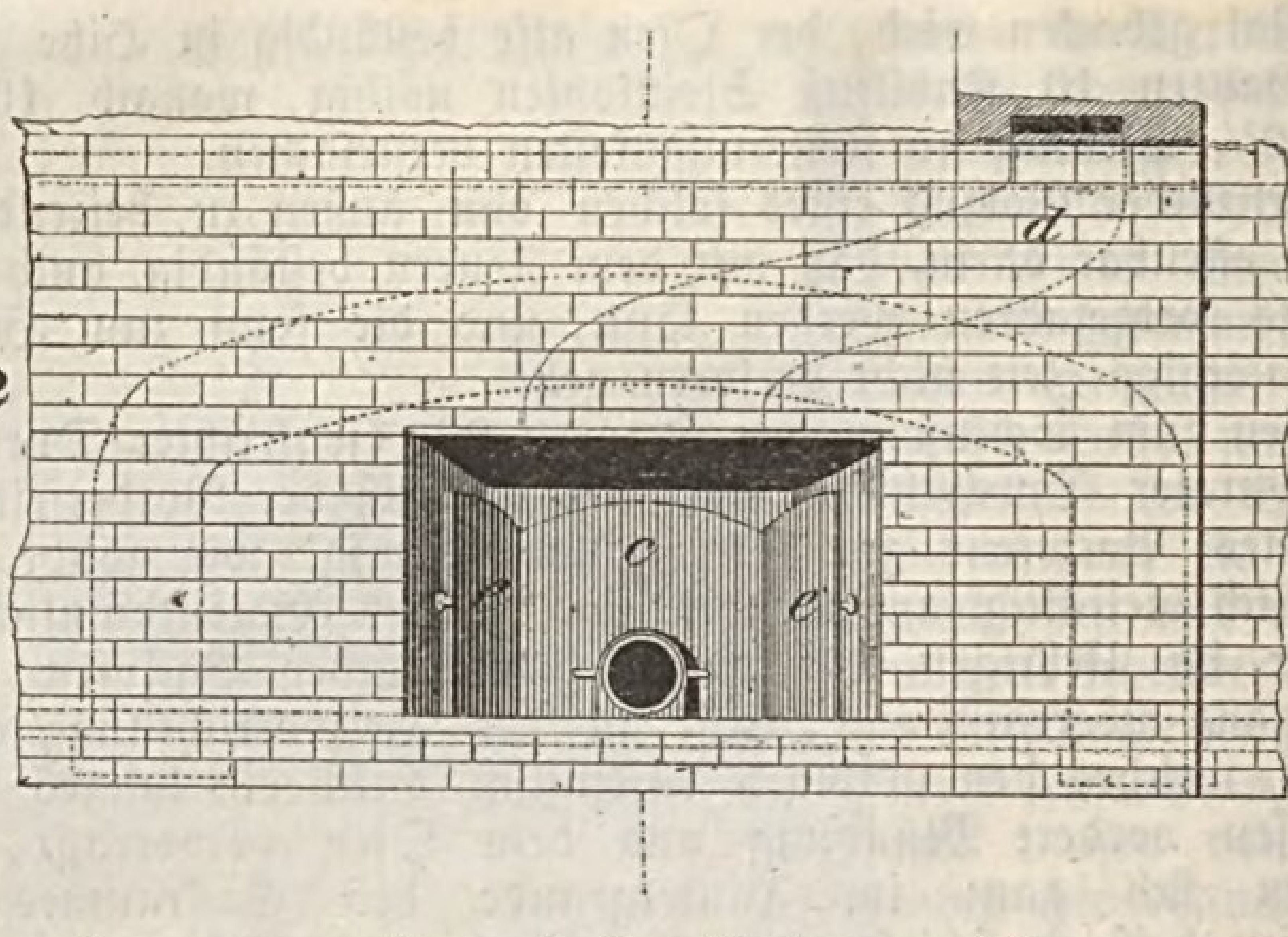
200



201



202



cherne Zugrohr, vorn mit zwei Handhaben versehen; c ein blecherner Vorsatz (blower), welcher während des Heizens in das Mundloch des Ofens gesteckt wird, um dasselbe zu schließen, damit der Luftzug nicht anders als durch das Rohr b zu dem Feuer gelangen könne. Die Oeffnung in diesem Vorsatze, durch welche das Zugrohr hindurchgeht, muß dem Rohre hinlänglichen Spielraum lassen, damit das Feuerbecken beim Heizen an verschiedene Stellen des Ofenraumes gebracht werden kann, wird aber rund um das Rohr mit Lappen oder auf andere Weise luftdicht verstopft. Während nun so das Mundloch des Ofens geschlossen ist, vermittelt zugleich der Vorsatz eine Kommunikation des Ofenraumes mit dem zum Schornsteine führenden Rauchkanale d, so daß der Zug durch das Rohr b, das Feuerbecken a, den Backraum des Ofens und den Rauchkanal d seinen Weg zum Schornsteine nimmt. Ist der Ofen geheizt, so wird, wie schon erwähnt, das Kohlenbecken zur Seite geschoben, das Zugrohr b nebst dem Blower c weggenommen, das Brot in den Ofen gebracht, und die Mündung durch die Thüren e, e, geschlossen.

Das Gewölbe des Backofens ist mit einer Lage Steinkohlenasche f (zur Zusammenhaltung der Wärme) bedeckt. Der Ofen, nach welchem die hier gegebene Zeichnung aufgenommen wurde, befindet sich in Liverpool, und zwar unterhalb des Trottoirs g einer Straße.

Wenn, wie behauptet wird, die Heizung dieser Oefen mit Steinkohlen geschieht, so fällt es uns schwer zu begreifen, wie in einem von Steinkohlenruß geschwärzten Ofen ein reinliches Backen möglich sein kann; dagegen würde bei Anwendung von Kokes die eigenthümliche Heizmethode ihrer Einfachheit wegen wohl Beachtung verdienen.

Buchbinden. Die Kunst, die Blätter eines Buches gehörig zusammenzuheften, und sie mit einem aus Rücken und Deckeln bestehenden Umschlage zu versehen. Man unterscheidet zwischen eigentlichem Einbinden, wobei sowohl der Rücken als auch die Deckel aus Pappe angefertigt werden, und dem bloßen Heften oder Broschiren, wobei entweder gar kein Umschlag oder nur ein solcher von Papier angebracht wird. Eigentliche Bände heißen Franzband, wenn Rücken und Deckel äußerlich gänzlich mit Leder überzogen sind; Halbfranzband, wenn Leder nur auf den der Abnutzung am meisten ausgesetzten Theilen, nämlich Rücken und Ecken angebracht ist; Kattun- oder Leinwandband, wenn der ganze Ueberzug aus (glattem oder mit Mustern gepreßtem) Baumwoll- oder Leinenstoffe besteht; steifer Band, Papp- oder Papier-

band, wenn Rücken und Deckel einen Papierüberzug haben. Eine leichte und ordinäre Art des Einbindens in Pappe ist das Kartonniren.

Das übliche Verfahren beim Buchbinden besteht kurz in Folgendem: Man legt zuerst die ganzen Bogen je nach dem verlangten Formate in zwei (für Foliobände), vier (für Quartbände), acht (für Octavbände), zwölf (für Duodezbände) Blätter mittelst eines elfenbeinernen oder buchsbaumhölzernen Falzbeines zusammen, wobei sich der Arbeiter nach dem Stande der Seitenzahlen richtet, um das genaue Aufeinandertreffen der einzelnen Druckseiten zu sichern. Die so gefalzten, zu einem Bande bestimmten Bogen werden nun in der richtigen Ordnung auf einander gelegt, auf einem flachen Steine mit einem schweren Hammer geschlagen, um einen gewissen Grad von Festigkeit und Glätte zu erlangen, und unter einer Presse noch mehr verdichtet.

Statt des zeitraubenden und sehr anstrengenden Schlagens ist neuerlich das Walzen vielfältig in Anwendung gekommen. Die dazu dienliche Maschine besteht in zwei eisernen Zylindern von etwa 1 Fuß Durchmesser, welche auf die bei Walzwerken gewöhnliche Art durch Schrauben gestellt, und mit Kurbeln durch eine oder zwei Personen gedreht werden können. Ein vor der Presse sitzender Knabe legt die Bogen zu zwei, drei oder vier Stück aufeinander und auf eine Platte von verzinntem Eisenblech, bedeckt die so gebildete Lage mit einer zweiten Blechtafel und fährt so fort, bis er einen Stapel oder Stoß von bequemer Dicke zusammengebracht hat, der nun durch die Walzen hindurchgelassen und demnächst von dem Arbeiter, der das Drehen der Walzen verrichtete, wieder auseinander genommen wird, während der Knabe einen neuen Stapel zurichtet u. s. f. Diese Arbeit geht so schnell von Statten, daß z. B. zum Walzen einer kleinen Bibel eine Minute, zum Schlagen derselben auf gewöhnliche Art zwanzig Minuten erforderlich sind. Außer dieser bedeutenden Zeitersparniß gewährt das Walzen aber auch den großen Vortheil, daß das Buch nicht nur glätter, sondern auch in dem Verhältniß von 5:6 mehr verdünnt wird, als beim Schlagen. Die Bücher fallen also nach dieser Methode um fast ein Sechstel dünner aus, und ein Bücherbrett von gegebener Größe wird also auch in demselben Verhältnisse mehr Bücher fassen, worin zumal für größere Bibliotheken ein nicht zu verkennender Vortheil dieser Methode liegt, die daher auch schon in den meisten größeren Buchbinder-Werkstätten Eingang gefunden hat.

Nach dieser Vorbereitung folgt nun das Heften in der Heftlade. Diese ist ein senkrecht stehender Rahmen, in welchem die Schnüre oder Bindfaden, die an die einzelnen Bogen demnächst befestigt werden, und den Zusammenhang des fertigen Buches bewirken müssen, vertikal ausgespannt sind. Die Zahl dieser Schnüre ist verschieden und beläuft sich bei Foliobänden gewöhnlich auf sechs, bei Quart- und Oktavbänden auf drei, vier oder fünf. An diese Schnüre werden die einzelnen zusammengelegten Bogen angeheftet, indem man einen starken Zwirnfaden durch den mittleren Hauptfalz jedes Bogens neben der ersten Schnur hindurchzieht, ihn um die Schnur umschlägt, dann wieder durch das Papier zurücksteckt, ihn nun neben der zweiten Schnur hindurchzieht, ihn um diese schlägt, und so fort, bis der Bogen an sämmtlichen Schnüren mittelst des umgelegten Zwirnfadens fest sitzt, worauf der zweite Bogen auf dieselbe Art angeheftet wird.

Man bringt das geheftete Buch in die Presse, so daß die Schnüre gerade noch vor den Rändern der Preßplatten vorstehen, bestreicht die Hinterseite mit Leim oder Kleister, trennt die bis auf kurze überstehende

Enden abgeschnittenen Schnüre auf und schabt sie mit einem Messer auf, um sie demnächst an die Deckel flach anleimen zu können. Hierauf gibt man dem Rücken die nöthige erhöhte Wölbung, indem man ihn auf beiden Seiten mit dem Umklopfhammer bearbeitet (das Rücken) und bildet dann durch das sogenannte Abpressen, wobei man das Buch bis nahe an den Rücken stark einpreßt und die aus der Presse hervorragenden Ränder des Rückens mit dem Kaschireisen überarbeitet, die bei jedem gut gebundenen Buche zu bemerkenden seitwärts vorspringenden Rückenkanten, an welche demnächst die Deckel mittelst der Schnurenden befestigt werden.

Hierauf folgt das Beschneiden des Buches mittelst des Beschneidzeuges, welches aus der Beschneidpresse und dem Hobel besteht. Erstere ist eine Presse von der bekannten Bauart aller Buchbinderpressen (mit zwei Balken und zwei hölzernen Schraubenspindeln nebst Muttern), jedoch so vorgerichtet, daß auf ihr in der Längenrichtung der Hobel gerade und sicher geführt werden kann. Der Beschneidhobel besteht aus zwei parallelen, durch eine Schraubenspindel und zwei Leitriegel (unter Beibehaltung ihres Parallelismus) gegen einander verschiebbaren Holzstücken, von welchen das eine in einer Bahn der Presse hin- und hergezogen, das andere, ein scharfes zugespitztes Schneideisen enthaltende, jenem durch Umdrehen der Schraube allmälig genähert wird, so daß das Eisen endlich die Dicke des Buches durchdringt und dessen Rand glatt beschneidet. Beim Beschneiden der vorderen langen Seite muß die Rückseite des Buches natürlicherweise gerade gerichtet werden, weil sonst bei der durch das Umklopfen bewirkten Wölbung des Rückens die mittleren Blätter breiter ausfallen würden, als die vorderen und hinteren. Es sind verschiedene Beschneidmaschinen erfunden worden, welche aber weniger für Bücher als für Schreibpapier, Banknoten u. dgl. berechnet sind, demnach hier füglich übergangen werden können. Nach dem Beschneiden werden nun Rücken und Deckel angesetzt. Der erstere besteht gewöhnlich aus Kartenpapier, von welchem man einen Streif in solcher Breite schneidet, daß er zu beiden Seiten etwa einen halben Zoll über die Dicke des Buches hervorragt, um mit diesen vorspringenden Rändern an die innere Seite der Deckel angeklebt zu werden. Indem man die ausgefaserten Enden der Schnüre und die umgebogenen Ränder der Rückenbekleidung mit Leim bestreicht, die vorläufig aus Pappe zurecht geschnittenen Deckel zu beiden Seiten anlegt, genau in ihre richtige Lage bringt, und das Ganze in die Presse einsetzt, entsteht der vollständige Einband.

Nach dem Trocknen des Leims nimmt man das Buch aus der Presse, beschneidet die Deckel so, daß sie um ein Geringes über die Schnittfläche des Buches vorstehen, färbt den Schnitt durch Ausspritzen von Farbe mittelst eines steifen Borstenpinsels, überzieht die Deckel nebst dem Rücken mit Leder oder Papier, und bringt endlich die nöthigen Verzierungen an.

Das so eben beschriebene Verfahren ist mancherlei Modifikationen fähig, deren ausführliche Beschreibung die Grenzen des vorliegenden Artikels überschreiten würde; so z. B. werden sehr gewöhnlich die Schnüre in die Hinterseite der Blätter eingelassen, so daß sie auf dem Rücken des Buches durchaus nicht vorspringen. Man bewirkt dieß dadurch, daß man das Buch vor dem Heften in die Presse einsetzt, den Rücken aber ein wenig über die Preßplatten vorspringen läßt, und nun mit einer Säge an den für die Schnüre bestimmten Stellen Einschnitte von der Dicke der Schnüre macht.

Beim Ueberziehen des Einbandes mit Leder oder Papier geht man folgendermaßen zu Werke. Man feuchtet das Leder zuerst mit Wasser an, schneidet es in der erforderlichen Größe aus, um den ganzen Ein-

band überkleiden zu können, und schärft die noch zugegebenen Ränder mit dem Schärfemesser, während das Leder auf einem flachen Steine aufliegt, zu. Man bestreicht es nun mit Weizenmehlkleister, breitet es in der richtigen Lage um das Buch aus und schlägt die überstehenden Ränder um. Auf jede der beiden Seiten wird dann ein flaches glattes Brett gelegt, das Ganze mit Bindfaden fest zusammengebunden, der Rücken am Feuer erwärmt, um den Kleister aufzuweichen, das Leder mit einem Falzbein gestrichen, und dadurch mit dem Kartenpapier der Rückenbekleidung in innige Verbindung gebracht. Das Buch bleibt nun zum Trocknen stehen, worauf man die Bretter abnimmt, den Lederüberzug mit ein wenig Kleister und Wasser abreibt, die Kanten mit Tinte schwärzt und dem Leder durch geschicktes Begießen mit Eisenvitriollösung das bekannte schwarz gesprenkelte oder marmorirte Ansehen gibt.

Wenn der äußere Ueberzug soweit fertig ist, klebt man zwei weiße Blätter an die Innenseite der Deckel an, läßt sie trocknen und glättet sie in der Presse. Endlich überzieht man den ganzen Einband äußerlich mit Eiweiß oder mit einem Weingeistfirnisse, bringt mittelst der Fileten und Stempel aus freier Hand, auf den Deckeln oft mittelst größerer in Messing gravirter Formen, unter einer Schrauben- oder Hebelpresse, die verlangten Vergoldungen von Blattgold an, und glättet zuletzt den Einband durch Uebergehen mit dem erwärmten eisernen Glättkolben.

Die nach englischer Art mit gepreßtem Kattun überzogenen Einbände zeichnen sich durch Zierlichkeit eben so sehr als durch Dauerhaftigkeit aus; überdieß durch Wohlfeilheit im Vergleich mit den Lederbänden, gegen welche ungefähr 50 Prozent der Kosten erspart werden. Die Stoffe werden beliebig gefärbt, zwischen Walzen mit erhabenen Mustern gepreßt, dann nach der Größe der Bücher zugeschnitten, allenfalls auch gleich dem Leder vergoldet, und der Buchbinder zieht sie auf den Band eben so auf, wie sonst mit Papier geschieht. Oft begnügt man sich nicht damit, den Zeug im Stücke zu pressen, sondern nimmt diese Arbeit erst nach dem Zerschneiden vor, in welchem Falle die Zeichnungen der Pressung genau dem Umfange der Deckel und des Stückes angepaßt werden.

Eine interessante Verbesserung im Buchbinden ist von Hancock erfunden, deren Hauptidee darin besteht, durch Anwendung von Kautschuk eine elastische, dabei aber sehr biegsame Verbindung der Bogen, ohne alles Heften hervorzubringen. Er stellt nämlich die gefalzten Bogen den Rücken (welcher vorher gleich den übrigen drei Seiten beschnitten werden muß, so daß das Buch aus lauter einzelnen Blättern besteht) abwärts gekehrt, in vertikaler Richtung neben einander in eine nach der beabsichtigten Rundung des Rückens zylindrisch ausgehölte Rinne, und drückt sie in dieser Lage durch zwei vertikale Bretter, deren Breite nur halb so groß ist, als die der Bücher, und die mittelst einer horizontalen Führung beliebig einander genähert und auseinander geschoben werden können, zusammen. Um die richtige Lage der Blätter zu sichern, sind diese Bretter mit Aushöhlungen von den Dimensionen des Buches versehen, so daß sie beim Zusammenschieben das mit dem Rücken in der vorhin erwähnten Rinne liegende Buch dergestalt umfassen, daß sowohl unter als über diesen Brettern ein Viertel von der Breite des Buches vorsteht. An diesen vorspringenden Rändern bindet man jetzt das Buch mit mehrmals umgelegtem Bindfaden zusammen, nimmt es aus der Form und setzt es in der Art in die Presse ein, daß nur gerade der Rücken ein wenig vorsteht. Dieser wird nun, am besten mit den Fingern, mit einer Kautschukauflösung eingerieben, die dabei in die Rückenkante der Papierblätter eindringt. Wenn nach einigen Stunden der erste Kautschuküberzug trocken ist, gibt man einen zweiten etwas stärkeren, und so fort, bis nach

Verlauf von 48 Stunden vier Ueberzüge aufgetragen und getrocknet sind. Demnächst beklebt man den Rücken und die anliegenden Theile der Seiten mit irgend einem passenden Zeuge, der zu dem Ende mit Kautschuklösung bestrichen wird, setzt die Deckel an und überzieht das Buch mit Pergament, Leder oder Papier. Bei diesem Verfahren erspart man also die Mühe des Heftens, Einsägens und Rückens. Die nach diesem Verfahren gebundenen Bücher legen sich beim Aufschlagen vollkommen flach aus einander, daher dieser Einband, besonders für gewisse Zwecke, z. B. für Schreibbücher, Notenbücher, Kupferwerke, Atlanten, Comptoirbücher dgl. unverkennbare Vorzüge vor gewöhnlichen Einbänden darbietet. Dazu kommt, daß das Kautschuk dem Insektenfraß nicht unterliegt und auch durch Feuchtigkeit nicht leidet. Beim Einbinden größerer Sachen, als Kupferwerke, Atlanten u. dgl. ist es inzwischen zweckmäßig, die Blätter an drei oder vier Stellen noch zu heften, um dem Ganzen mehr Haltbarkeit zu geben. Ganz besonders für Notenbücher ist das Binden in Kautschuk eine sehr große Verbesserung, weil sich die beiden Hälften des Buches so flach auf das Notenpult hinlegen, als wären es zwei einzelne Papierlagen, während ein gewöhnlich gebundenes Notenbuch, zumal wenn es etwas stark ist, durch das eigensinnige Zurückblättern dem Klavierspieler nicht geringe Unbequemlichkeit verursachen kann. Manuskripte und Briefsammlungen, die oft einen so schmalen Rand haben, daß beim Heften ein Theil der Schrift ganz verdeckt werden würde, können nach der Hancock'schen Methode, wobei die Befestigung nur an den äußersten Rändern Statt findet, ohne diesen Nachtheil gebunden werden. Die dicksten Comptoirbücher schlagen sich so flach wie zwei nebeneinander liegende Papierstapel auseinander, und können daher so gut wie ein einzelner Bogen Papier überall bis zur Mitte mit gleicher Bequemlichkeit beschrieben werden.

Ure versichert, daß er sich durch eigene Anschauung von den großen Vorzügen der Hancock'schen Einbände überzeugt habe.

Buchdruckerfarbe. Die Anfertigung guter Buchdruckerfarbe ist eine keinesweges leichte Aufgabe; und so unzählige Vorschriften dazu bereits bekannt gemacht sind, so ist doch die Mehrzahl von keiner praktischen Brauchbarkeit. Savage in seinem Werke über Buchdruckerfarbe *) führt an, daß er nach Durchmusterung der von Maron, Breton, Papillon, Lewis und Anderen gegebenen Vorschriften nur eine in der Encyclopaedia Britannica enthaltene als einigermaßen gut anerkennen könne, und gibt sodann die Bereitung seiner von den ersten Londoner Buchdruckereien als die beste anerkannten Buchdruckerfarbe, die ihm die große Medaille der Society for the Encouragement of arts eingebracht, an.

Da die englische Buchdruckerfarbe sowohl ihrer Güte als zugleich ihrer Wohlfeilheit wegen berühmt ist, so daß unsere vaterländischen Fabriken sich nur mit Mühe im Stande sehen, erfolgreich mit ihr zu konkurriren; da ferner die folgenden Angaben mit dem in deutschen Fabriken üblichen Verfahren gut übereinstimmen: so halten wir die von Savage gegebene Anleitung für die beste der bisher veröffentlichten, und lassen sie hier folgen.

Die Anforderungen, welche man an eine gute Buchdruckerfarbe stellt, sind folgende: Sie muß sich mit Leichtigkeit und Sicherheit an die feinsten Züge der Schriften ansetzen, muß sich auf dem Papiere nicht fletschen, sondern feine scharfe Abdrücke geben, sie muß schnell trocknen und eine dunkelschwarze Farbe besitzen, sie darf ferner nicht ins Papier einschlagen und gelbe Ränder um die Buchstaben bilden, endlich muß sie

*) Savage, on the preparation of printing-ink. London 1832.

je nach dem verschiedenen Zwecke, je nachdem sie zum gewöhnlichen Buchdruck, zum Maschinendruck, zur Lithographie oder zum Kupferstich bestimmt ist, verschiedene Konsistenz besitzen.

Die Hauptmaterialien sind Leinöl, bis zur dicken Konsistenz gekocht, und Lampenruß. Statt des ersteren wird mitunter, so in Frankreich, Nußöl angewandt.

1. Leinöl; dasselbe muß möglichst alt und abgelagert, daher von Schleim frei sein. Das Alter gibt sich durch eine dunklere Farbe und einen kratzenden Geschmack zu erkennen.

2. Kolophonium. Ein zwar keineswegs nothwendiges, aber sehr allgemein gebräuchliches Ingrediens, das nach beendigtem Kochen und Brennen des Leinöls darin aufgelöst wird und sich damit zu einer balsamartigen Masse verbindet.

3. Seife, ein nicht überall gebräuchlicher, von Savage aber als unerläßlich bezeichneter Zusatz. Ohne Seife soll die Farbe die Eigenschaft haben, die Lettern leicht und so zu verschmieren, daß sie nicht ohne Anwendung von alkalischen Laugen gereinigt werden können. Ohne Zusatz von Seife schäumt auch das Leinöl beim Kochen weit stärker. Zu schwarzer Farbe ist die gelbe englische Harzseife am besten, zu hellen zarten Farben dagegen weiße Seife. Ein zu starker Zusatz von Seife verursacht jedoch einen ungleichförmigen Druck und ist dem schnellen Trocknen hinderlich.

4. Lampenschwarz oder Ruß. Indem wir hinsichtlich der Bereitung desselben auf den Artikel Schwarze Farben verweisen, bemerken wir hier nur, daß ein außerordentlicher Unterschied unter den Rußarten Statt findet, je nach dem Material, aus welchem sie erzeugt wurden. Der beste, aber auch theuerste, ist der aus fettem Oel dargestellte, welcher daher auch nur zu der feinsten Farbe genommen wird. Weit schlechter, besonders durch einen ins Bräunliche spielenden Farbton und nicht so tiefe Schwärze sich unterscheidend, ist der aus Steinkohlentheer, Steinkohlentheeröl, Harz und flüchtigen Oelen gewonnene Ruß, der freilich durch Glühung in verschlossenen Gefäßen eine dunklere Farbe erhält, dadurch aber, wegen des bedeutenden Gewichtsverlustes, auch wieder theurer wird. Zu gewöhnlicher ordinärer Buchdruckerfarbe wird fast nur die letzte Sorte verwendet. Das allertiefste Schwarz gibt geglühter Oelruß.

5. Elfenbeinschwarz wird selten und nur in geringer Menge zugesetzt, weil es zu schwer und selbst durch das anhaltendste Reiben nicht so fein zertheilbar ist, als Lampenschwarz. Es soll jedoch in England als Zusatz Anwendung finden, um von Holzschnitten möglichst schöne Abdrücke zu gewinnen.

6. Indig, sehr fein gerieben und entweder allein oder mit gleichviel Berliner Blau in geringer Menge der Farbe zugesetzt, dient dazu, den bräunlichen Farbton des Rußes aufzuheben.

Das Kochen des Leinöles wird in einem eisernen oder kupfernen Kessel vorgenommen, der entweder nach Art einer Branntweinblase mit einem Helm und daran sitzenden Rohre versehen oder auch offen ist. Die erstere Einrichtung hat vornehmlich den Zweck, die Entzündung des siedenden Oeles zu verhindern, welche bei offenen Kesseln leicht eintritt. Wenngleich von mehreren Seiten behauptet wird, daß das Brennen des Firnisses nicht nur unnütz, sondern sogar nachtheilig sei, wird von Anderen, so namentlich auch von Savage versichert, daß ohne Brennen ein guter hinlänglich dicker Firniß nicht bereitet werden könne, wie wir denn auch hinzufügen können, daß in einer sehr renommirten deutschen Fabrik der Firniß stets gebrannt wird. Nachdem also das Leinöl über freiem Feuer bis zu dem Punkte erhitzt worden, daß es starke Dämpfe aus-

stößt, entzündet man es, und hebt entweder den Kessel vom Feuer oder nimmt das Letztere unter ihm weg. Man läßt das Oel so lange brennen, bis ein herausgenommenes, auf einer Messerklinge abgekühltes Pröbchen sich zwischen den Fingern zu Fäden von ½ Zoll Länge ausziehen läßt, worauf man die Flamme durch Auflegen des Deckels auslöscht.

Zu 6 Quart so gekochten Leinöls setzt man nun allmälig 6 Pfund Kolophonium und, wenn sich dieses gelöst hat, 1¾ Pfund trockne gelbe Seife bester Qualität, die vorher fein zerschnitten sein muß. Der Wassergehalt der Seife bewirkt dabei ein sehr heftiges Aufschäumen des heißen Firnisses, weßhalb man mit dem Zusetzen der Seife sehr vorsichtig sein muß. Haben sich durch anhaltendes Rühren Harz und Seife völlig aufgelöst, so bringt man den Kessel wieder auf das Feuer, um den Firniß noch eine Weile kochen zu lassen. Während dem werden 5 Loth pulverisirter Indig und ebensoviel Berlinerblau mit 4 Pfund Ruß aus Steinkohlentheer und 3½ Pfund Oelruß in einen irdenen Topf von der Größe, daß er zur Aufnahme des Firnisses hinreicht, gegeben, und nun der Firniß noch warm, aber nicht ganz heiß, langsam und unter beständigem Rühren zugegossen. Die eben angegebenen Mengen Ruß gelten für dicke Farbe; für dünnere nimmt man nur etwa zwei Drittel derselben.

Die so erhaltene Mischung wird endlich auf einer Farbmühle aufs Sorgfältigste bearbeitet. Besonders geeignet zum fabrikmäßigen Betriebe ist die Farbmühle mit Walzen, welche zwei metallene (eiserne) Walzen enthält, die fest aneinandergedrückt beide, aber mit ungleicher Geschwindigkeit, gedreht werden. In anderen Fabriken bedient man sich der Quetschmühle, d. h. zweier eiserner Walzen, welche, auf einer ebenfalls eisernen Bodenplatte im Kreise herumgeführt, die auf dieser ausgebreitete Farbe sehr gut bearbeiten.

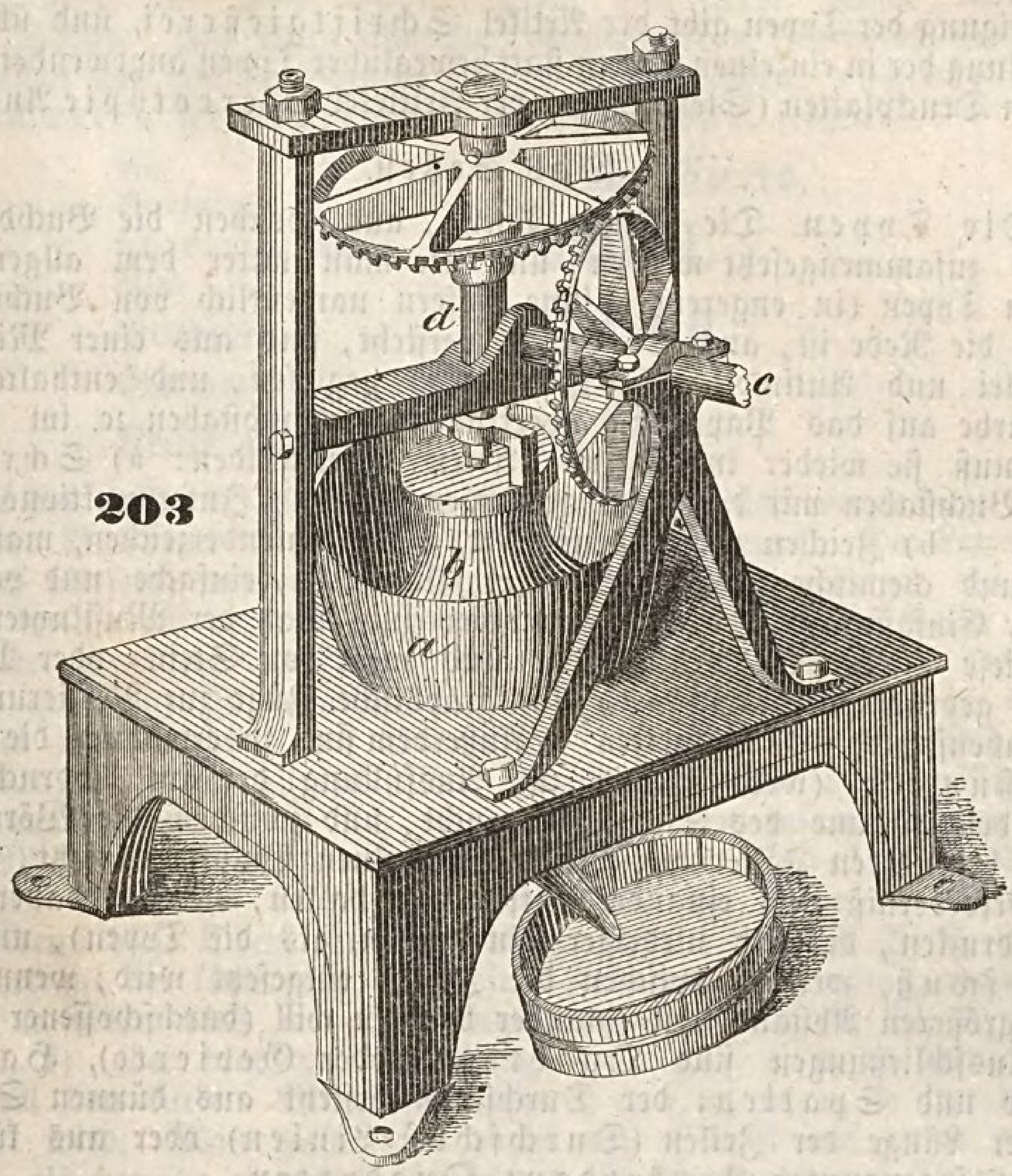
Eine zum Betrieb im Kleinen sich vortrefflich eignende Farbmühle ist in den Figuren 203 bis 206 abgebildet, und schon durch sich selbst so leicht verständlich, daß sie nur einer kurzen Erläuterung bedürfen wird. Der Haupttheil ist ein von Eisen gegossener Trichter a, in welchem sich ein ebenfalls eiserner Konus b genau anschließend dreht. Letzterer enthält sechs schräg laufende, nach unten sich verjüngende Kannelirungen, deren Gestalt im Querschnitt aus der Figur 205 erhellt. Die Wände des Trichters dagegen sind glatt, also ohne solche Kannelirungen.

Ein großes, in der Zeichnung weggelassenes Schwungrad, welches an der Welle c sitzt, und durch einen Arbeiter oder Elementarkraft gedreht werden kann, setzt mittelst der beiden konischen Räder die Mühle in Bewegung. Um nun aber nach Belieben die Farbe mehr oder weniger fein zu mahlen, kann der Konus durch eine in Figur 206 nach etwas größerem Maßstabe abgebildete Vorrichtung höher und niedriger gestellt, also mehr oder weniger in den Trichter hineingesenkt werden. Zu diesem Zweck ist an dem unteren Ende der vertikalen Welle d ein Bügel e befestigt, der in den oberen Hals des Konus eingreift, und ihm dadurch die drehende Bewegung der Welle mittheilt. Die Schraubenmutter i dient zur Befestigung des Bügels an der Welle. Der Hals des Konus aber endigt sich in eine Schraube, welche sich in das untere Ende der Welle hineinschraubt, und solchergestalt eine Hebung oder Senkung des Konus gestattet. Zur Beschleunigung der Arbeit ist es wesentlich, die Farbe durch Erwärmung dünnflüssiger zu machen.

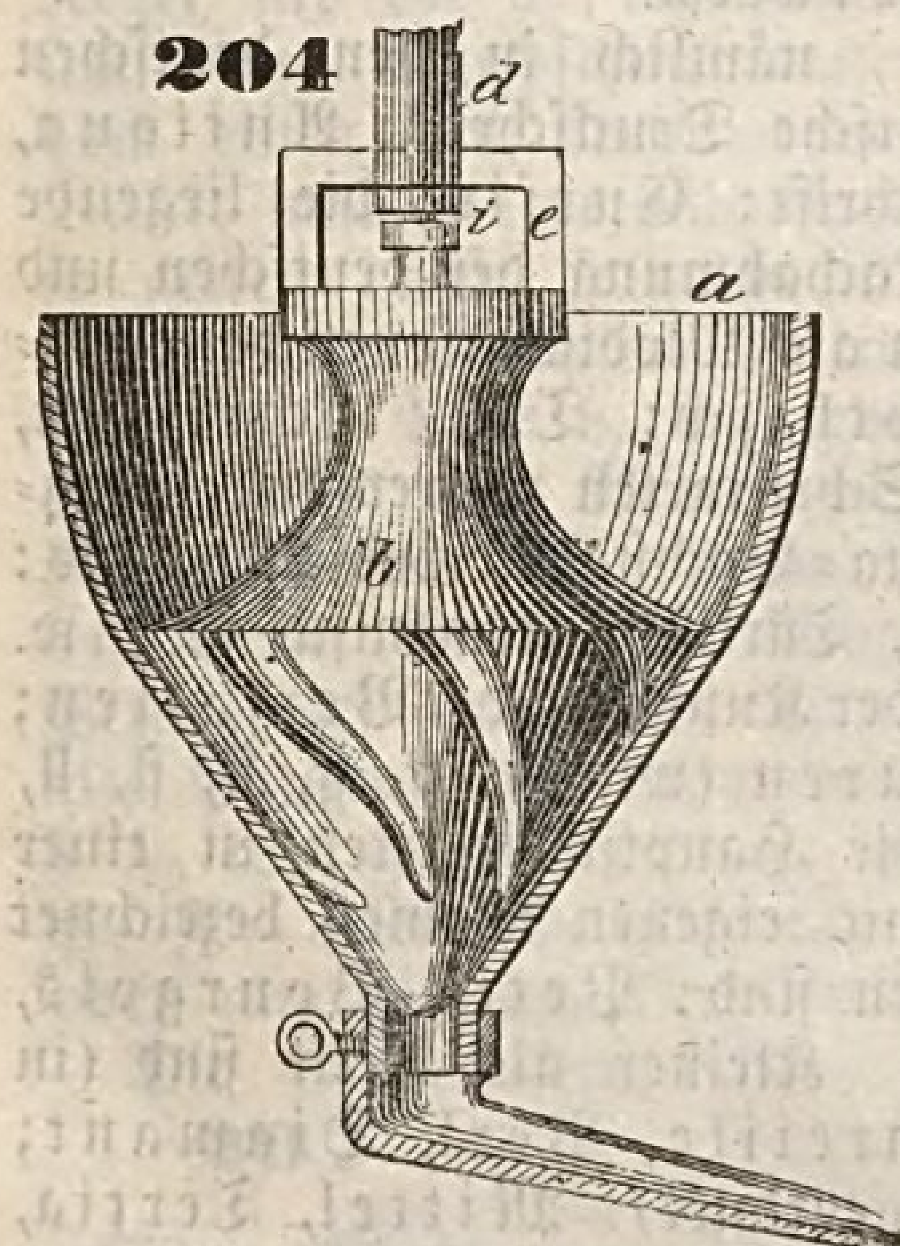
Zur Bereitung farbiger Buchdruckerfarben dienen die gewöhnlichen Malerfarben, welche mit gekochtem Leinölfirniß abgerieben werden. Der letztere muß, besonders zu helleren zarten Farben, möglichst hell, daher auch nicht gebrannt sein.

Als Ersatzmittel des Leinölfirnisses wird von einigen Schriftstellern

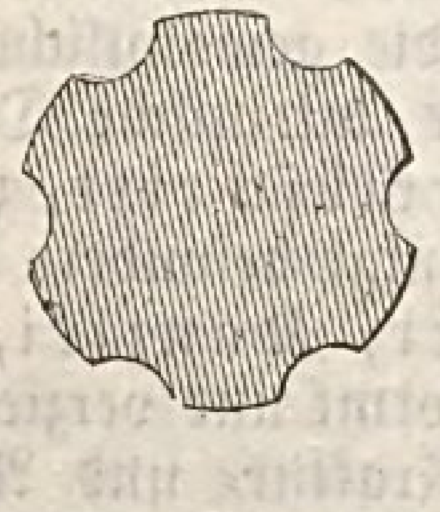
203



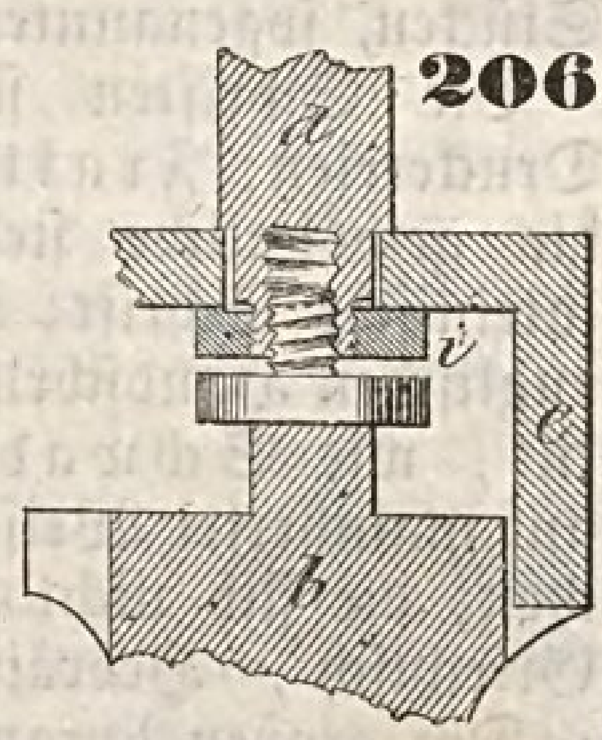
204



205



206



Copaivabalsam, mit etwas Seife abgerieben, empfohlen; wir können dem nicht beistimmen, weil dieser Balsam sehr langsam trocknet und den Drucksachen einen lang andauernden widerlichen Geruch ertheilen muß. Besser möchte der von Anderen empfohlene Kanadabalsam sein, welcher besonders seiner Farblosigkeit wegen sich zur Darstellung heller zarter Farben eignen dürfte.

Buchdruckerkunst. Der Bücherdruck zerfällt in zwei Hauptarbeiten, nämlich das Zusammensetzen der Druckformen aus einzelnen metallenen Typen (das Setzen) und das Abdrucken dieser Formen auf Papier (das Drucken). Ueber die in den Buchdruckereien gebräuchlichen Farben ist das Nothwendige in dem vorstehenden Artikel enthalten. Ueber die

Verfertigung der Typen gibt der Artikel Schriftgießerei, und über die Herstellung der in einzelnen Fällen statt beweglicher Typen angewendeten metallenen Druckplatten (Stereotypen) der Artikekel Stereotypie Auskunft.

I. Das Setzen.

1. Die Typen. Die kleinen Theile, aus welchen die Buchdruckerformen zusammengesetzt werden, und die man unter dem allgemeinen Namen Typen (in engerem Sinne, sofern namentlich von Buchstaben-Typen die Rede ist, auch Lettern) versteht, sind aus einer Mischung von Blei und Antimon (Schriftzeug) gegossen, und enthalten die mit Farbe auf das Papier zu übertragenden Buchstaben ꝛc. im Relief. Man muß sie wieder in folgende Arten unterscheiden: a) Schriften d. h. Buchstaben mit den dazu gehörigen Ziffern, Interpunktionszeichen u. dgl. — b) Zeichen verschiedener Art, z. B. Kalenderzeichen, mathematische und chemische Zeichen ꝛc. — c) Klammern, einfache und verzierte Linien, Einfassungen. — d) Notentypen zum Satz der Musiknoten (sofern diese in der Buchdruckerpresse und nicht von Stein- oder Metallplatten gedruckt werden.) — e) Kalligraphische Züge zur Verzierung des Buchstabensatzes. — f) Vignetten. — Außerdem sind zu erwähnen die Ausschließungen (welche man zur Ausfüllung der im Abdrucke leer bleibenden Räume des Satzes gebraucht, und zwischen die Wörter, so wie in besonderen Fällen zwischen die einzelnen Buchstaben setzt, um sie nach Erforderniß von einander entfernt zu halten, die sich daher nicht mit abdrucken, deshalb niedriger sein müssen, als die Typen), und der Durchschuß, welcher zwischen die Zeilen eingesetzt wird, wenn man sie in größeren Abstand von einander bringen will (durchschossener Satz). Die Ausschließungen sind Quadrate (oder Gevierte), Halbgevierte und Spatien; der Durchschuß besteht aus dünnen Streifen von der Länge der Zeilen (Durchschuß-Linien) oder aus kürzeren Stücken, sogenannten Konkordanz-Quadraten.

Die Schriften sind von mehrerlei Art, nämlich in den deutschen Druckereien: Fraktur, die gewöhnliche deutsche Druckschrift; Antiqua, die gewöhnliche stehende lateinische Druckschrift; Cursiv, die liegende lateinische Schrift; Schreibschrift, zur Nachahmung der deutschen und englischen Handschrift; einige besondere Arten als Modifikationen der Fraktur, wie Schwabacher, Kanzlei, Gothisch; Titelschriften, auf mancherlei Weise geformt und verziert; Schriftarten zu fremden Sprachen, die sich nicht der Fraktur- und Antiqua-Buchstaben bedienen, als: Griechisch, Hebräisch, Russisch, Arabisch, Türkisch, Armenisch u. s. w.

Die großen Anfangsbuchstaben heißen in der Kunstsprache Versalien; doppelte oder mehrfache Buchstaben Ligaturen (wie ch, ck, ff, fi, fl, ll, si, ss, st, tz.) Der Größe nach hat man die Hauptschriftarten in einer Reihe von Abstufungen (Graden), welche mit eigenen Namen bezeichnet werden. Die zum Bücherdruck gebräuchlichsten sind: Petit, Bourgois, Garmond oder Corpus und Cicero. Kleiner als Petit sind (in absteigender Ordnung) Colonel, Nompareille, Perl, Diamant; größer als Cicero (nach zunehmender Größe geordnet): Mittel, Tertia, Text, Doppel-Mittel, Canon, Missal, Sabon, Real, Imperial. Das Fraktur m oder n ist in der Petit nahe $\frac{1}{20}$ Zoll, in der Garmond ungefähr $\frac{1}{16}$, in der Cicero $\frac{1}{14}$ bis $\frac{1}{13}$ Wiener Zoll hoch, ferner in Mittel $\frac{1}{10}$, Text $\frac{1}{6}$, Canon $\frac{3}{8}$, Missal $\frac{9}{16}$, Sabon fast $\frac{3}{4}$ Zoll. Jedoch können diese Angaben nicht als genau und unabänderlich betrachtet werden, weil man sich nicht streng an bestimmte Maße zu halten pflegt, und überdieß von manchen Gattungen zwei verschiedene Abstufungen macht, so: Klein- und Groß-Cicero, kleine und grobe

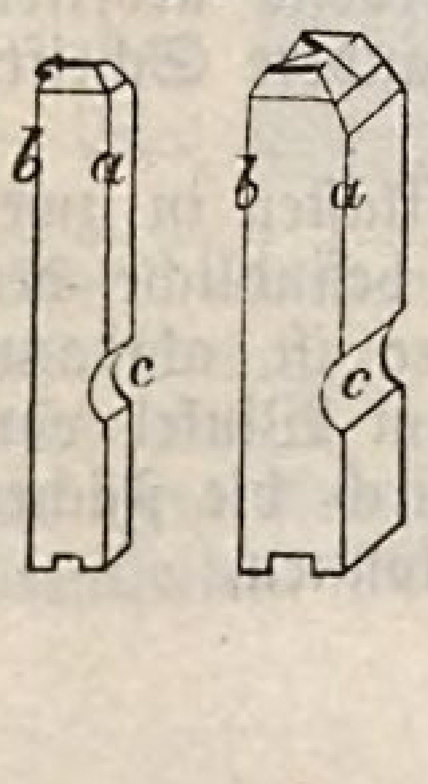
Mittel, kleine und grobe Canon, kleine und grobe Missal, kleine und grobe Sabon. Um einen schnellen vergleichenden Ueberblick zu gewähren, lassen wir hier die Namen einiger Schriftgrößen, aus der damit bezeichneten Frakturschrift selbst gesetzt, folgen:

Perl,	grobe Cicero,
Nonpareille,	
Colonel oder Mignon,	Mittel,
Petit,	
Bourgois,	Tertia,
Garmond,	
kleine Cicero,	Text.

Mit der Höhe der Buchstaben selbst darf das nicht verwechselt werden, was der Buchdrucker den Kegel der Schriften nennt. Die Lettern sind nämlich vierseitig prismatische Stäbchen von etwas weniger als 1 Zoll Höhe, welche auf der oberen Endfläche den Buchstaben im Relief und in verkehrter Stellung enthalten. Ihre Breite (nach der Breite des Buchstaben gemessen) ist natürlich für die verschiedenen Buchstaben des Alphabets nicht gleich, aber ihre Dicke (der Höhe des Buchstaben entsprechend) muß für alle zu einer Schrift gehörigen Typen völlig übereinstimmend sein, damit sich regelmäßige Zeilen zusammensetzen lassen. Das Maß dieser Dicke ist es, welche man unter Stärke des Kegels versteht. Der Kegel ist jederzeit größer als die Höhe der Buchstaben, selbst wenn diese Ober- und Unterlänge haben, (wie Z, P, F, ſ, f, h;) doch beträgt der Unterschied in diesem Falle nur sehr wenig, wogegen er bei Buchstaben blos mit Oberlänge (wie A, C, G, K, M, R, S, W, d, t, l, k) oder blos mit Unterlänge (wie g, x, y, p, z) beträchtlicher, und bei den kurzen Buchstaben (wie a, e, o, u, m, n, r) am beträchtlichsten wird. Man gießt auch wohl eine Schrift auf einen größeren Kegel, als der ihr eigentlich zugehört (z. B. Garmond auf Cicero-Kegel) um ohne Durchschuß weiter auseinander stehende Zeilen zu erhalten, oder einen aus verschiedenen Schriftgraden gemischten Satz herzustellen. Drückt man die verhältnißmäßige Stärke des Kegels durch Zahlen aus, so gelten dafür folgende Bestimmungen in Betreff der hier (nicht vollständig) verzeichneten Gattungen: Diamant 4, Perl 5, Nompareille 6, Colonel 7, Petit 8, Bourgois 9, Garmond (Corpus) 10, Cicero (kleine und grobe) 12, Mittel 14, Tertia 16, Text 20, Doppel-Mittel 28, Kleine Canon 32, Grobe Canon 40, Kleine Missal 52, Grobe Missal 64, Kleine Sabon 76, Grobe Sabon 84, Real 96, Imperial 108. Der Petit-Kegel mißt $7\frac{3}{4}$ typographische Punkte (deren sechs eine alte Pariser Linie ausmachen), also $\frac{31}{288}$ Pariser Zoll, Garmond-Kegel $9\frac{11}{16}$ typ. Punkte ($\frac{155}{1152}$ P. Z.), Cicero-Kegel $11\frac{5}{8}$ typ. Punkte ($\frac{93}{576}$ P. Z.) Hiernach läßt sich die Stärke der übrigen Kegel mittelst der oben angegebenen Verhältnißzahlen leicht finden.

Die Gestalt der Lettern zeigt Figur 207 in perspektivischer Ansicht.

207



Die Dimension a b ist diejenige, welche wir oben als die Stärke des Kegels bezeichnet haben. Alle Winkel an dem prismatischen Körper sind rechte, und müssen mit der größten Genauigkeit hergestellt sein, damit beim Zusammensetzen auch noch so vieler Typen stets wieder ein rechtwinkliges Ganzes entsteht, in welchem alle Theile genau und fest an einander passen. Eine Ausnahme von dieser Regel der rechtwinkligen Typenform bilden die englischen und deutschen Schreibschriften, welche

nach älterer Manier auf schrägem Kegel gegossen werden, wobei das metallene Stäbchen ein verschobenes (rhombisches) vierseitiges Prisma ist, dessen rechte und linke Seite nach einer schiefen Richtung, dem Laufe der Hauptstriche in den Buchstaben entsprechend, liegen. Da aber eine aus solchen schrägen Lettern zusammengesetzte Zeile leicht nach oben oder unten weichen würde, so ist an den Seitenflächen dieser Typen ein Falz gegossen, der jeden Buchstaben mit den benachbarten in gerader Linie verbindet; und da auch jede Zeile als Ganzes wieder eine verschobene oder rhomische Gestalt hat, so wird an jedem Ende derselben ein keilförmiges Stück angesetzt, welches die Ergänzung zur rechtwinkligen Form bewirkt.

In neuester Zeit pflegt man jedoch auch diese Schreibschriften auf geradem Kegel (d. h. auf rechtwinkligen Stäbchen) zu gießen und die Enden der Buchstaben überhängen (über die Grundfläche des Stäbchens hinausragen) zu lassen.

Jede Letter besitzt nahe am Fuße, und zwar auf der Seite, welche der unteren Seite des Buchstabens entspricht, eine halbrunde Einkerbung c (die Signatur genannt), welche dem Setzer als ein fühlbares Merkmal dient, damit er beim Zusammenreihen der Lettern dieselben, ohne sie anzusehen, in die richtige Stellung bringt, d. h. weder so setzt, daß sie auf dem mit dem Buchstaben versehenen Ende steht, noch auch so, daß der Buchstab im Abdrucke gestürzt erscheint. In manchen Druckereien findet man Lettern mit zwei Signaturen, was alsdann der Fall zu sein pflegt, wenn man zwei einander sehr ähnliche Schriften desselben Größen-Grades vorräthig hat, die man nicht vermengen will, und welche deßhalb dadurch unterschieden werden, daß man der einen eine einfache, der anderen eine doppelte Signatur geben läßt.

2. Geräthschaften des Setzers. Die vorzüglichsten darunter sind folgende:

a) Die Schriftkästen. Die vorräthigen Typen hat der Setzer in einem hölzernen, 3 Fuß langen, 2 Fuß breiten, 2½ Zoll tiefen Kasten vor sich, der durch Scheidewände in eine große Anzahl Fächer abgetheilt ist. Jedes Fach enthält Typen mit einerlei Buchstaben oder Zeichen, aber dergestalt, daß die Buchstabenfächer nicht nach der Ordnung des Alphabets auf einander folgen, sondern in einer durch Erfahrung als zweckmäßig befundenen Art, wobei die Fächer mit den am öftesten im Satze vorkommenden Buchstaben der Hand des Arbeiters in bequemster Nähe liegen. Auch sind die Fächer von verschiedener Größe, da von einigen Typen eine größere Anzahl nöthig ist, als von anderen. So sind in einem Schriftkasten für deutschen Satz Fächer von dreierlei Größe, und zwar große für: a, ch, d, e, i, m, n, o, r, t, u, Spatien und Gevierte; mittlere für A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, V, W, Z, ä, ö, ü, b, f, ff, g, h, k, ck, l, p, ſ, s, ſſ, ſi, ſt, v, w, —, -, ., Halbgevierte; kleine für: U, X, Y, Ä, Ö, Ü, c, fi, fl, j, ll, q, ß, x, y, z, tz, ꝛc., 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, „ *, [, §, ’; ! ? :)

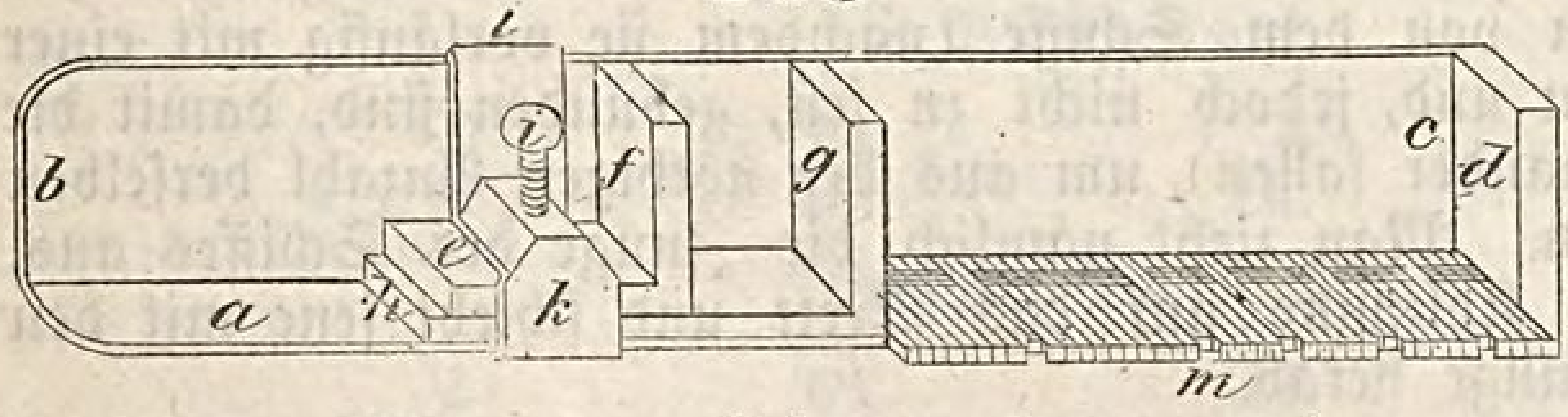
Der Schriftkasten wird schräg auf eine Art Pult (Regal) gestellt, welches eine solche Höhe hat, daß der Setzer davor stehend arbeiten kann, und das unterhalb mehrere Fächer enthält, um andere Schriftkästen, Setzbretter ꝛc. aufzubewahren.

In Frankreich ist es allgemein Gebrauch, den Schriftkasten in zwei Hälften zu theilen, von welchen die dem Setzer zunächst befindliche der Unterkasten, die entferntere der Oberkasten heißt; erstere ist alsdann unter einem Winkel von 15 Grad, letztere unter einem Winkel von etwa 35 Grad gegen die Horizontalebene geneigt, wodurch die Fächer des Oberkastens bequemer mit der Hand erreicht werden können.

b) Der Blatthalter (Tenakel) zum Befestigen des abzusetzenden Manuskripts. Es ist dieß ein hölzerner Stab, welcher mittelst einer stählernen Spitze an seinem unteren Ende an einer bequemen Stelle des Schriftkastens eingestochen wird, so daß er etwas geneigt steht. Die Befestigung des Manuskripts geschieht mittelst einer quer über das Tenakel aufgeschobenen hölzernen Gabel (Divisorium), welche zugleich als Zeilenweiser dient, und daher von Zeit zu Zeit auf dem Blatte von oben nach unten fortgerückt wird.

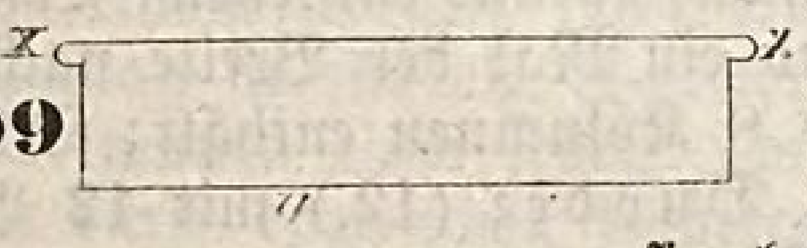
c) Der Winkelhaken (Fig. 208), entweder von Holz gearbeitet

208



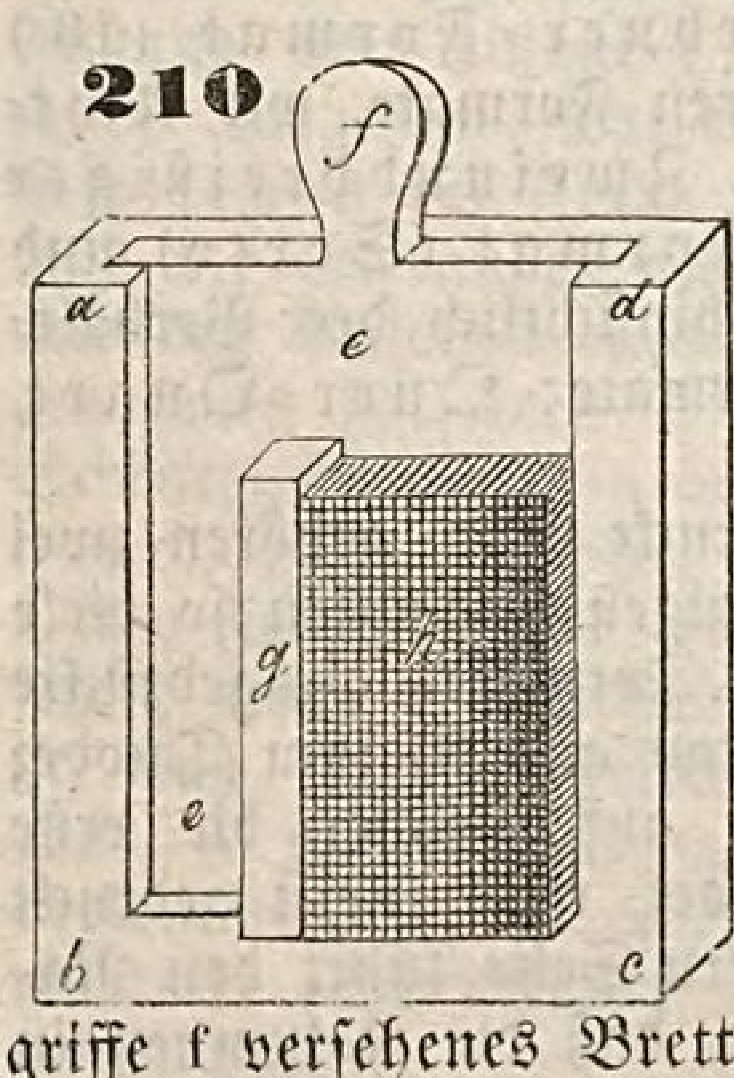
und mit Eisenblech beschlagen, oder ganz aus Eisen (auch aus Messing) gemacht, kann seinem Haupttheile nach als ein hohles rechtwinkelig vierseitiges Prisma angesehen werden, von dem man zwei Seitenflächen und die eine Grundfläche weggenommen hat, so daß noch zwei unter rechtem Winkel aneinanderstoßende Wände a und bc nebst dem diese beiden verbindenden Endstücke d übrig sind. Auf dem Boden a ist ein Winkelstück g h angebracht, und auf diesem ein zweites kleineres e f, so daß deren aufrechte Theile f g parallel zu d sind. Der Abstand zwischen g und d bestimmt die Länge der durch Zusammensetzen der Lettern gebildeten Zeilen; der kleinere Raum zwischen f und g wird für kurze Zeilen, wie sie in Marginalien, Tabellenköpfen u. dgl. vorkommen, benutzt. Beide Räume müssen nach Erforderniß erweitert oder verkleinert werden, zu welchem Behufe die Füße h, e der Winkelstücke g h, e f nebst dem Boden a und der Wand b c von einer längs des Winkelhakens verschiebbaren Kapsel k l umschlossen sind, deren Druckschraube i alle Theile in der ihnen gegebenen Stellung fest mit einander verbindet. Die Art, wie die Lettern eingelegt werden, ersieht man bei m. Als ein zum Winkelhaken gehöriges Hülfsgeräth ist die Setzlinie Fig. 209 zu erwähnen, ein Streifen von Schriftmetall,

209



Zinkblech oder Messingblech, dessen Breite genau der Länge der Lettern gleich ist. Sie wird in solcher Länge zugerichtet, daß sie leicht zwischen g und d des Winkelhakens Fig. 208 eingeschoben werden kann. Die Kante y der Setzlinie berührt alsdann die Wand b c des Winkelhakens, ihre beiden Vorsprünge x, x befinden sich vorderhalb der kleinen Wände d, g, und erleichtern das Anfassen mit den Fingern, wenn man die Setzlinie aus dem Winkelhaken nimmt.

210



d) Das Schiff Fig. 210, nach kleinerem Maßstabe gezeichnet als der Winkelhaken Fig. 208. Es besteht aus einem viereckigen Brette, welches auf drei Seiten eine Einfassung von unterwärts ausgefalzten Leisten a b c d besitzt. In diesen Falz wird ein anderes, mit einem Handgriffe f versehenes Brett e e (die Zunge) eingeschoben. Das Schiff liegt beim Gebrauche auf dem Schriftkasten, und seine Fläche ist also dann, gleich diesem, geneigt. Der Griff ist nach oben gekehrt. Man stellt die aus dem Winkelhaken genommenen Zeilen in einer Ecke des Schiffes zu Druckseiten (Kolumnen) zusammen, und bestimmt die richtige und

gleiche Länge dieser letzteren durch Anlegung einer hölzernen, mit einem Zeichen versehenen Leiste, welche deßhalb das Kolumnenmaaß genannt wird., und zugleich mithilft, das Umfallen der Lettern zu verhindern. Die Abbildung zeigt bei h eine fertige Kolumne, und bei g das Kolumnenmaaß.

e) Mehrere Setzbretter, nämlich starke, recht eben und glatt abgehobelte Bretter, welche etwas größer sind, als ein Bogen desjenigen Papiers, auf welchem der Satz abgedruckt werden soll, und auf ihrer unteren Fläche mit zwei vorspringenden Leisten versehen sind, um darauf, wie auf niedrigen Füßen zu stehen. Auf diese Setzbretter überträgt man die einzelnen Kolumnen von dem Schiffe (nachdem sie vorläufig mit einer Schnur umschlungen und, jedoch nicht zu fest, gebunden sind, damit die Lettern nicht auseinander fallen), um aus der nöthigen Anzahl derselben eine Form zu bilden. Man zieht nämlich die Zunge des Schiffes aus, legt sie sammt der Kolumne auf das Brett und schiebt jene mit den Händen von der Zunge herab.

f) Formrahmen von geschmiedetem Eisen, worin man die zu einer Druckform gehörigen Kolumnen des Satzes zusammenstellt, und entweder mittelst eiserner Schrauben oder hölzerner Keile so fest verbindet, daß die so gebildete Form ein kompaktes, ohne Gefahr aufzuhebendes und zu transportirendes Ganzes darstellt. Der wesentliche Unterschied zwischen Schraubrahmen und Keilrahmen ergibt sich aus dem Gesagten von selbst.

3. Formate. Unter Format versteht man in den Buchdruckereien das Größenverhältniß der einzelnen Blätter, woraus ein gedrucktes Werk besteht, zu dem ganzen Papierbogen; welches dadurch hervorgeht, daß der Bogen in eine größere oder geringere Anzahl Blätter eingetheilt wird. Diese Eintheilung oder Zerfällung findet nur in dem einzigen Falle nicht Statt, wo der ganze ausgebreitete Bogen bedruckt wird (und zwar in der Regel nur auf einer Seite), wie bei großen Maueranschlägen u. dgl. Das Format führt in diesem Falle den Namen Plakat oder Patent. Die übrigen gebräuchlichsten Formate sind folgende: Folio, wobei der Bogen in der Mitte ein Mal gebrochen (zusammengelegt) wird, so daß zwei Blätter oder vier Druckseiten (Kolumnen) daraus entstehen; Quart (4.), wobei der ein Mal der Länge nach und ein Mal der Breite nach gebrochene Bogen in 4 Blätter zerfällt, also 8 Kolumnen enthält; Oktav (8.) mit 8 Blättern oder 16 Kolumnen; Duodez (12.) mit 12 Blättern oder 24 Kolumnen; Sedez oder Sechzehner-Format (16.) 16 Blätter oder 32 Kolumnen. Die noch kleineren Formate, wie Achtzehner oder Oktodez, Vierundzwanziger, Zweiunddreißiger &c. kommen selten vor; ebenso das Sechser-Format (Sexto) und die nicht durch Anzahl der Blätter, sondern nur hinsichtlich des Verhältnisses zwischen Länge und Breite verschiedenen Formate: Quer-Quart, Lang-Quart, Lang-Oktav.

Zu jedem Bogen der auf beiden Seiten bedruckt wird, gehören zwei Formen, deren jede bei Folio 2 und bei den übrigen Formaten so viele Kolumnen enthält, als die in dem Namen des Formates ausgedrückte Zahl anzeigt. So besteht eine Form zum Oktav aus 8, zum Duodez aus 12 Kolumnen &c. Die Seite des Bogens, auf welcher die erste Kolumne (der Anfang des Bogens) sich befindet, wird zuerst gedruckt und heißt der Schöndruck; der Druck der andern Seite führt den Namen Wiederdruck. Es leuchtet von selbst ein, daß die Kolumnen in den beiden Formen nicht nach der Ordnung, wie sie im gebundenen Buche auf einander folgen, neben einander gestellt sind, weil beim Zusammenlegen (Falzen) die Reihenfolge sich ändert. So vertheilen sich im Oktav-Formate die 16 Kolumnen folgendermaßen auf die beiden Formen:

Schöndruckform.

8.	9.	12.	5.
1.	16.	13.	4.

Wiederdruckform.

6.	11.	10.	7.
3.	14.	15.	2.

Im Abdrucke kehrt sich die Stellung um, und wird demnach auf dem Papiere folgende:

Schöndruck.

5.	12.	9.	8.
4.	13.	16.	1.

Wiederdruck.

7.	10.	11.	6.
2.	15.	14.	3.

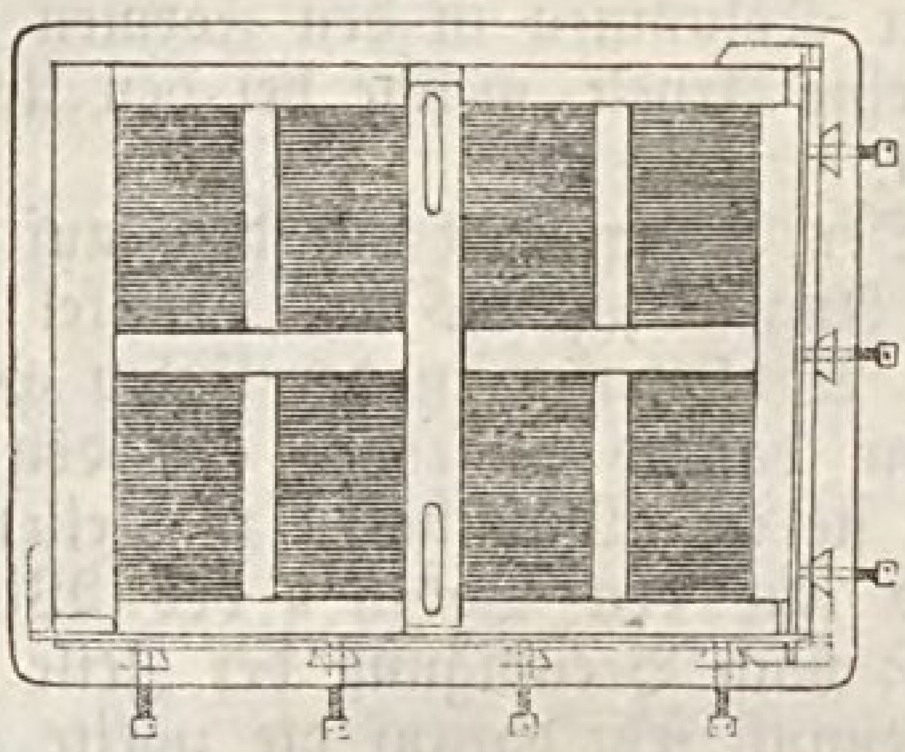
Die gehörige Zusammenordnung der Kolumnen in den Formen wird das Ausschießen genannt, und ist eine Arbeit, welche bei den kleinen Formaten viel Aufmerksamkeit erfordert.

4. Die Arbeit des Setzens. Der Setzer steht vor dem auf dem Regale befindlichen Schriftkasten, die Augen auf das am Tenakel befestigte Manuskript geheftet, hält den Winkelhaken in der linken Hand, langt mit der Rechten die Lettern (ohne danach zu sehen) aus den Fächern des Kastens heraus, und setzt sie im Winkelhaken zu Zeilen an einander. Unter die erste Zeile wird auf den Boden a des Winkelhakens (Fig. 208) die Setzlinie gelegt; nach Beendigung der Zeile zieht man jene darunter heraus, legt sie obenauf, setzt darauf die zweite Zeile und so fort. Wenn der Winkelhaken angefüllt ist, so überträgt der Setzer dessen Inhalt mit Hülfe der Setzlinie auf das Schiff und fährt so fort, bis eine Kolumne fertig ist. Diese wird mit der Kolumnenschnur gebunden und auf ein Setzbrett gebracht, wie schon oben erklärt wurde. Ist die zu einem Bogen erforderliche Anzahl der Kolumnen vollendet, so theilt man sie für die Schöndruckform und Wiederdruckform ab; ordnet die Kolumnen einer jeden Form auf einem besonderen Setzbrette; gibt ihnen durch dazwischen eingelegte hölzerne Leisten (Stege) den richtigen Abstand von einander, und bringt auch auf den vier äußeren Seiten solche Stege an; legt einen Formrahmen herum und schreitet nun zum Schließen der Form, d. h. zum Zusammenpressen des Ganzen, indem man die Schrauben anzieht, oder die Keile zwischen die äußeren Stege und den Rahmen eintreibt. Statt der früher ausschließlich in Gebrauch gewesenen hölzernen Stege gebraucht man neuerlich sehr häufig die aus Schriftgießer-Zeug in hohlen Stücken gegossenen Metallstege (Hohlstege). Ein fleißiger und geschickter Setzer kann von gewöhnlichem Oktav-Formate, aus Cicero oder Garmond, wöchentlich 1½ bis 2 Bogen setzen, wenn er deutliches Manuskript hat und der Satz von solcher Art ist, daß er keine besonderen Schwierigkeiten darbietet. Mathematischer Satz, so wie solcher, worin zwei oder mehrere Arten Schrift gemischt vorkommen, u. dgl. m., hält länger auf, weil der Setzer dazu zweier oder mehrerer Schriftkasten bedarf und sehr oft von einem zum anderen gehen muß.

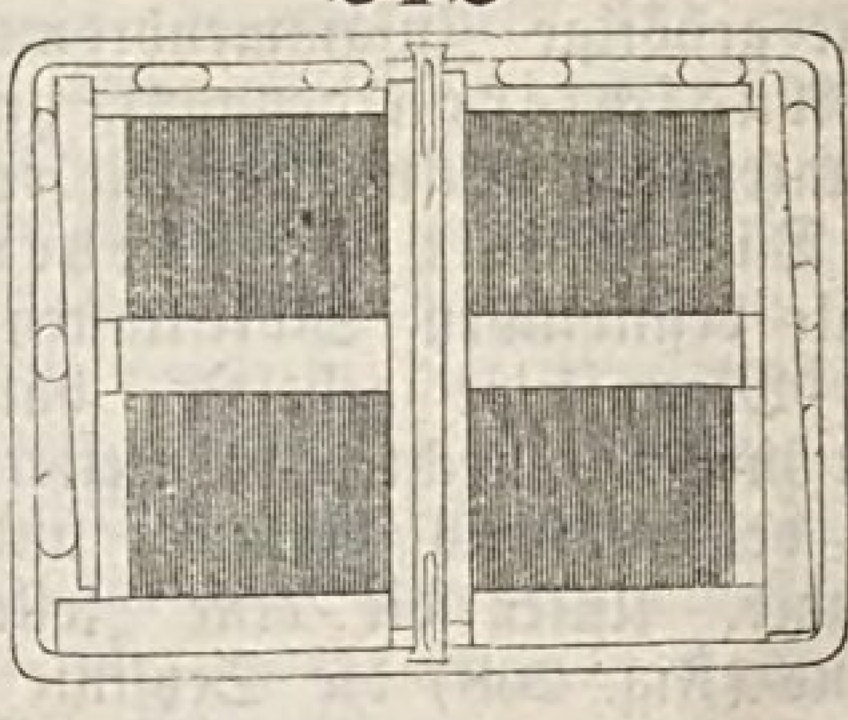
5. Das Korrigiren. Fleißige und geübte Setzer pflegen den Satz, ungeachtet die verkehrte Stellung der Buchstaben in demselben und die graue Farbe des Ganzen diese Beschäftigung sehr erschwert, selbst ein Mal zu überlesen, um Buchstabenfehler, mangelhafte Ausschließungen

u. dgl. zu entdecken und zu verbessern, bevor ein Abdruck von den Formen gemacht wird. Dieß muß geschehen, bevor die Form ganz fest geschlossen ist, damit unrichtige Lettern sich mittelst einer scharfspitzigen Ahle oder eines Zängelchens herausheben, und durch die richtigen ersetzen lassen. Das eigentliche Korrigiren aber, welches von einem dazu angestellten Korrektor in der Druckerei oder von dem Verfasser vorgenommen wird, erfordert einen Abdruck des Bogens (Korrektur-Abzug), der entweder in der Presse oder auch nur durch Klopfen mit einer steifen Bürste (nachdem die Form mit Farbe versehen, ein Bogen Schreibpapier darauf gelegt, und letzterer mit einigen Blättern Makulatur bedeckt ist) vorgenommen wird. Die mit Hülfe konventioneller Zeichen am Rande der Druckseiten angezeigten Fehler müssen von dem Setzer verbessert werden, indem er dabei die Ahle anwendet, wie schon erwähnt. Hierauf wird die Form fest durch die Keile oder Schrauben geschlossen und dem Drucker übergeben. Fig. 211 zeigt die Ansicht einer Oktav-Form in einem Schraubrahmen und Fig. 212 jene einer Quartform in einem Keilrahmen.

211



212



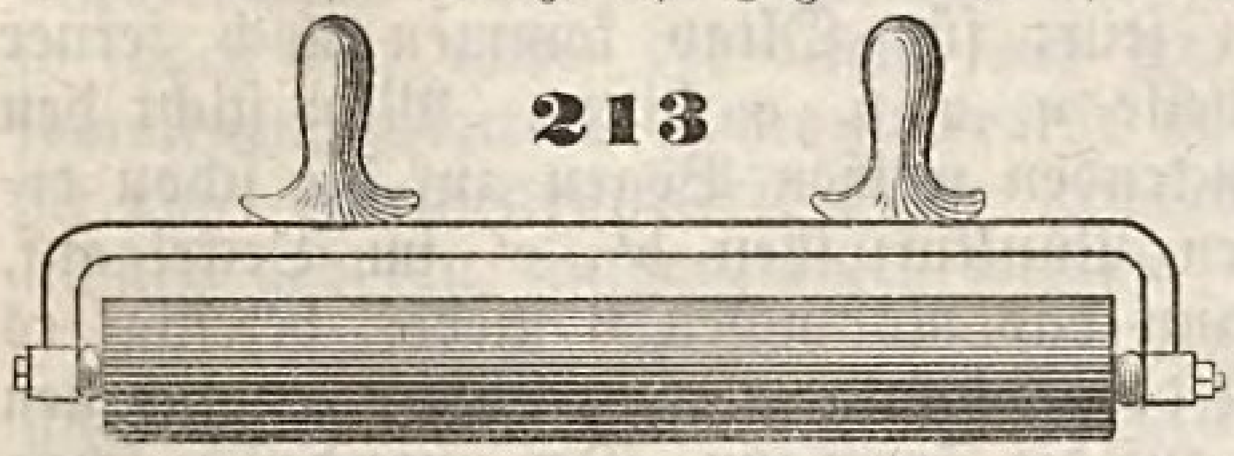
II. Das Drucken.

1. Vorbereitung des Papiers. Das Papier, worauf gedruckt wird, eignet sich (gleichviel ob geleimt oder ungeleimt) in seinem natürlichen Zustande nicht zur Hervorbringung eines schönen Druckes. Es ist einerseits überhaupt zu hart und zu wenig geschmeidig, um unter dem Drucke der Presse sich gehörig an die Lettern anzuschmiegen und die Farbe von denselben vollständig abzunehmen; andererseits hat das ungeleimte Papier die Eigenschaft, den Oelfirniß, womit die Druckfarbe angerieben ist, dergestalt einzusaugen, daß derselbe rings um den Abdruck jedes einzelnen Buchstabens auseinander fließt, wo er dann die Weiße des Papiers beeinträchtigt, ganz besonders, wenn er nach längerer Zeit durch die Einwirkung der Luft stärker gelb geworden ist. Diesen beiden Uebelständen begegnet man durch das vorläufige Feuchten des Papiers (Benetzen mit Wasser), welches jedoch nicht in zu starkem Maße Statt finden darf, weil sonst das Papier leicht zerreißt oder sich rupft (d. h. kleine Theilchen abläßt, die mittelst etwas Farbe an den Lettern hängen bleiben), oder wenigstens unter dem starken Drucke der Presse sich sehr aus einander quetscht, wodurch es uneben und beulig wird. Man theilt zum Feuchten das Papier buchweise oder nach Erforderniß in Lagen von geringerer Bogenzahl ab; legt auf ein glattes reines Brett eine trockene Lage, darüber eine nasse (durch reines Wasser gezogene), hierauf wieder eine trockene Lage und so abwechselnd fort. Zu oberst kommt am Schlusse eine trockene Lage, die man mit einem Brette bedeckt. Letzteres wird mit Steinen oder Gewichten beschwert, oder man setzt das Ganze in eine Schraubenpresse, die man schwach anzieht. Innerhalb ungefähr 12 Stunden sind gewöhnlich alle Bogen gleichmäßig mit Feuchtigkeit durchzogen und das Papier ist zum Drucke reif. Uebrigens kommen in dem

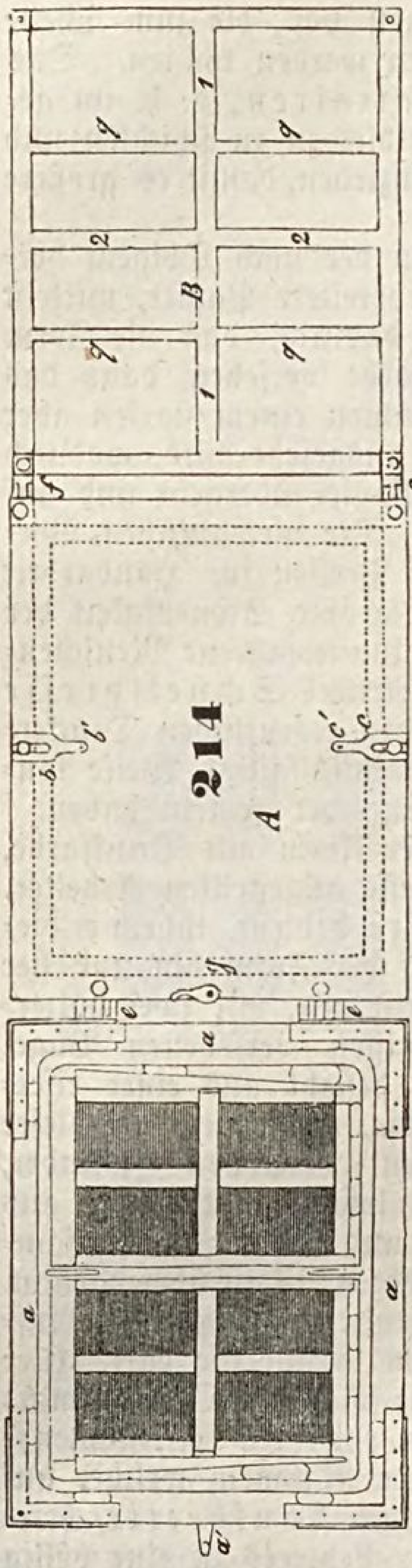
Verfahren beim Feuchten mancherlei Abänderungen vor, die zum Theile sehr willkürlich sind und hier füglich übergangen werden können. Das Papier zu feinen Druckarbeiten pflegt man zu satiniren, d. h. im gefeuchteten Zustande bogenweise mit polirten Zinkblechen zu schichten und zwischen den Zylindern eines Walzwerkes durchzuziehen, damit es größere Glätte erlangt.

2. Die Buchdruckerpresse. Das Abdrucken der nach Obigem hergestellten Formen auf das durch Feuchten vorbereitete Papier, mittelst der fetten Druckfarbe, geschieht im Allgemeinen dadurch, daß die Form mit einer dünnen und gleichmäßigen Lage Farbe versehen, dann das Papier darüber gelegt, und das Ganze zusammen einem starken aber kurz dauernden Drucke unter einer Metallfläche ausgesetzt wird, wodurch die Farbe von den Typen sich ablöst, an das Papier übergeht und auf diesem fest haftet, wo sie bald völlig eintrocknet. Die mechanischen Vorrichtungen zum Drucken sind theils eigentliche Pressen für Handarbeit eingerichtet, theils Druckmaschinen, welche auf größte Schnelligkeit der Arbeit und Bewegung durch Dampfkraft oder nicht kunsterfahrene Menschenhände berechnet sind. Letztere werden in dem Artikel Schnellpresse beschrieben. Hier haben wir es daher nur mit den eigentlichen Druckerpressen zu thun, welche zwar wieder auf sehr mannichfaltige Weise konstruirt sind, aber durchaus gewisse Punkte mit einander gemein haben.

Das Auftragen, d. h. das Ueberziehen der Form mit Druckfarbe, geschieht durch einen eigens dazu bei der Presse angestellten Arbeiter, welcher sich dazu einer elastischen Auftragwalze bedient, indem er dieselbe zuerst auf dem Farbetische und dann auf der Form hin und her rollt. Diese Walze (s. Fig. 213) ist in einen eisernen, mit zwei hölzernen Griffen versehenen Bügel gefaßt, besteht aus einer eisernen Achse, und einem auf dieser steckenden hölzernen Zylinder, welcher letztere mit einer aus Syrup und Tischlerleim zusammengesetzten Masse überzogen ist.


213

Die Vorrichtung zur Befestigung der Form und zum bequemen Auflegen des Papiers auf dieselbe stellt Fig. 214 im Grundrisse dar. Hier bemerkt man zunächst die Form (beispielweise eine solche zu Oktavformat) mit ihren Stegen und mit dem eisernen Rahmen (hier ein Keilrahmen); ferner den Kranz a a a, einen starken hölzernen Rahmen, welcher auf einem (nicht angegebenen) horizontalen Brette, dem Laufbrette, befestigt ist und in welchem das Fundament liegt. Letzteres ist eine völlig eben abgeschliffene, mit ihrer Oberfläche genau horizontal gerichtete Gußeisenplatte, auf welcher unmittelbar die Typen der Form mit ihren Fußenden ruhen. In dem Kranze ist die Form an allen vier Ecken mittelst Keilen fest eingeklemmt. A ist der sogenannte Deckel, der einerseits durch Charniere e, e mit dem Kranze und andererseits ebenfalls durch Charniere f, f mit dem Rähmchen B zusammenhängt. Der Deckel besteht aus einem viereckigen Rahmen, dem sogenannten großen oder äußeren Deckel, welcher an Umfang dem Kranze a gleich und mit starker ungebleichter Leinwand bespannt ist, und einem zweiten Rahmen (der kleine oder innere Deckel, Einlegdeckel, Tympan genannt), welcher soviel kürzer und schmäler ist, daß er gerade in den äußeren Deckel paßt. Dieser Einlegdeckel ist ebenfalls mit Leinwand oder statt derselben mit Pergament straff bespannt. Der große Deckel hat Haken und der Einlegdeckel Oehsen, wodurch sie mit einander verbunden werden. Zwischen die Leinwandbespannung beider Deckel wird der sogenannte Filz (das Druck-



tuch) gelegt, nämlich ein Stück feinen Wollenzeuges oder dicken Seidenstoffes, durch welches ein weiches und elastisches Zwischenmittel bei Uebertragung des Preßdruckes auf die Typen geboten ist. Auf dem Deckel befinden sich an den eisernen Punkturscheeren b, c zwei scharfe senkrechte Spitzen, Punkturen, Punkturspitzen (in der Figur durch Punkte bei b′, c′ angegeben), zu einem weiterhin erhellenden Zwecke; g ist ein kleiner Vorreiber (die Deckelschnalle genannt), womit man das Rähmchen B festmacht, nachdem es an seinen Charnieren f, f niedergeklappt und platt auf den Deckel gelegt ist. Das Rähmchen ist ein noch zarter gearbeiteter Rahmen, als der Deckel, besteht aus vier eisernen Leisten und ist mit mehrfach auf einander geklebtem starkem Papiere überspannt, in welchem man die den Kolumnen des Satzes entsprechenden Oeffnungen ausschneidet. Die hierbei stehen bleibenden Theile entsprechen sonach den Stegen der Form, auf welche sie zu liegen kommen, wenn man das Rähmchen auf den Deckel und diese beiden zusammen dann auf die Form niederlegt. Wäre das Format der hier abgebildeten Form Quart, so würde nur das Kreuz 1, 1, 2, 2 in dem Rähmchen vorhanden sein; für Oktav kommen noch ferner die Theile q, q, q, q hinzu. Man sticht den zu druckenden weißen Bogen auf die schon erwähnten Punkturspitzen b′, c′ im Deckel auf, legt dann das Rähmchen B nieder, befestigt es mittelst der Schnalle g, und schlägt endlich den Deckel auf die Form um. Der unterdessen schon mit Farbe versehene Satz berührt nun die durch die Oeffnungen des Rähmchens bloß gelassenen Theile des Papiers, während letzteres an den Stellen der Stege eben durch den Ueberzug des Rähmchens bedeckt und daher vor Verunreinigung geschützt bleibt. Durch die Punkturen entstehen in dem Papierbogen zwei kleine Löcher (Punkturlöcher), welche als ein Merkmal dienen, um das zu bewirken, was der Drucker mit dem Ausdrucke Registerhalten bezeichnet, nämlich zu machen, daß der Wiederdruck Kolumne für Kolumne genau passend dem Schöndrucke gegenüber steht, und beide sich gegenseitig decken, wenn der Bogen gegen das Licht gehalten betrachtet wird. Man bedruckt nämlich zuerst die ganze, zur Auflage erforderliche Bogenanzahl mit der Schöndruckform auf der einen Seite, und schreitet alsdann zum Wiederdruck, d. h. zum Bedrucken auf der zweiten Seite, mit der anderen Form. Indem man nun beim Wiederdruck das Einlegen eines jeden Bogens in den Deckel so bewirkt, daß er mit den beim Schöndruck entstandenen Punkturlöchern wieder auf die Punkturspitzen aufgestochen wird, kommt er in die richtige Lage, damit nicht die Kolumnen des Wiederdrucks verschoben gegen jene des Schöndruckes erscheinen.

Die ganze aus dem Laufbrette, dem Fundamente und Kranze, der

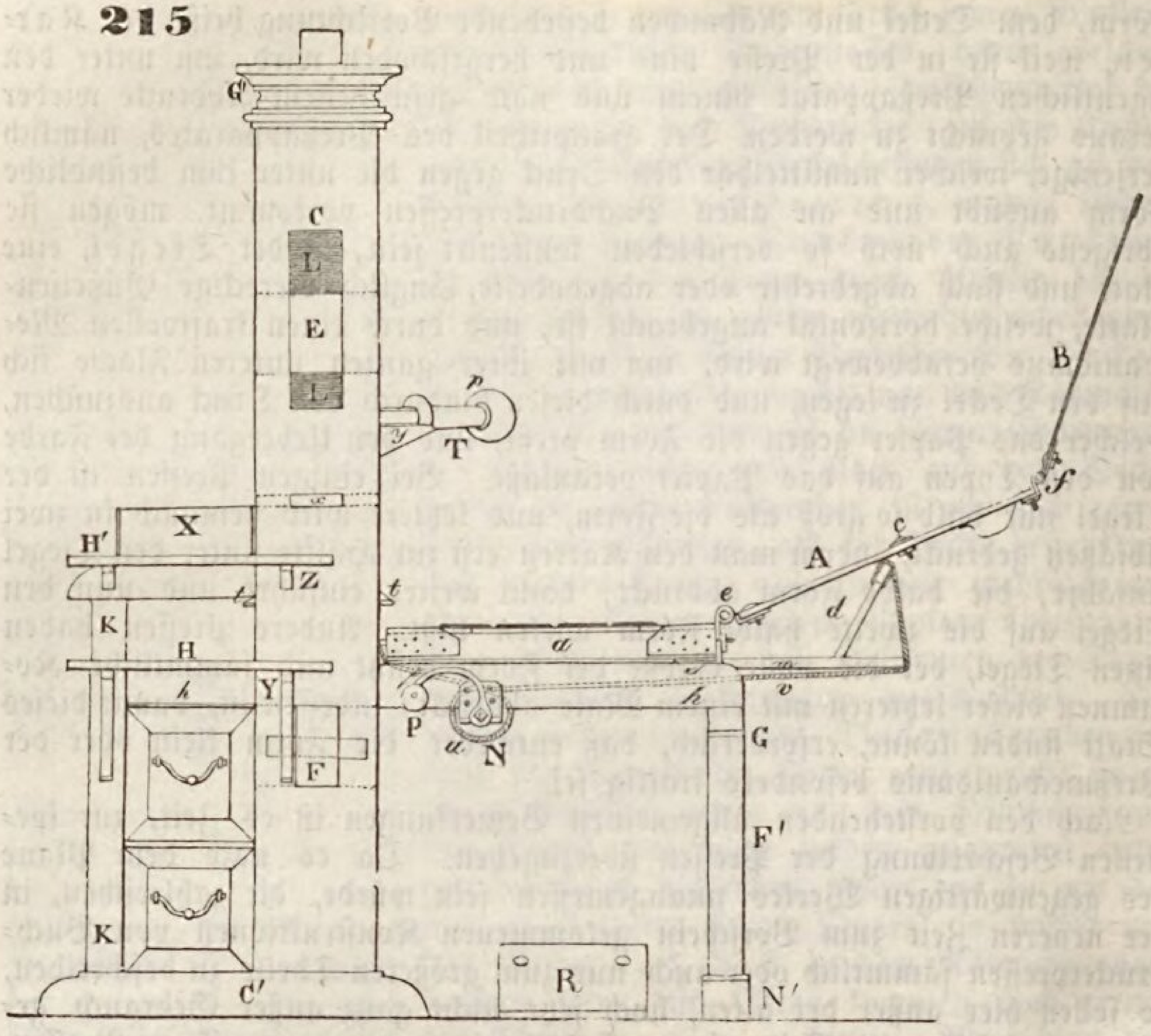
Form, dem Deckel und Rähmchen bestehende Vorrichtung heißt der Karren, weil sie in der Presse hin- und hergeschoben wird, um unter den eigentlichen Preßapparat hinein und nach geschehenem Abdrucke wieder heraus gebracht zu werden. Der Hauptheil des Preßapparates, nämlich derjenige, welcher unmittelbar den Druck gegen die unter ihm befindliche Form ausübt und an allen Buchdruckerpressen vorkommt, mögen sie übrigens auch noch so verschieden konstruirt sein, ist der Tiegel, eine glatt und flach abgedrehte oder abgehobelte, länglich viereckige Gußeisenplatte, welche horizontal angebracht ist, und durch einen kraftvollen Mechanismus herabbewegt wird, um mit ihrer ganzen unteren Fläche sich auf den Deckel zu legen, und durch diesen hindurch den Druck auszuüben, welcher das Papier gegen die Form preßt, und den Uebergang der Farbe von den Typen auf das Papier veranlaßt. Bei einigen Pressen ist der Tiegel nur halb so groß als die Form, und letztere wird demnach in zwei Absätzen gedruckt, indem man den Karren erst zur Hälfte unter den Tiegel einfährt, die halbe Form abdruckt, dann weiter einfährt und nun den Tiegel auf die zweite halbe Form wirken läßt. Andere Pressen haben einen Tiegel, der die volle Größe der Form besitzt und sämmtliche Kolumnen dieser letzteren mit einem Male abdruckt; indessen ist, damit dieses Statt finden könne, erforderlich, daß entweder die Form klein oder der Preßmechanismus besonders kräftig sei.

Nach den vorstehenden allgemeinen Bemerkungen ist es Zeit, zur speziellen Beschreibung der Pressen überzugehen. Da es nach dem Plane des gegenwärtigen Werkes unangemessen sein würde, die zahlreichen, in der neueren Zeit zum Vorschein gekommenen Konstruktionen von Buchdruckerpressen sämmtlich oder auch nur zum größeren Theile zu beschreiben, so sollen hier außer der alten, noch jetzt nicht ganz außer Gebrauch gekommenen, hölzernen Schraubenpresse nur ein paar neuere eiserne Pressen, die eine bedeutende Verbreitung gewonnen haben und zu den vorzüglichsten gehören, aufgenommen werden.

Die hölzerne Presse mit Schraube, welche mit jener zur Zeit der Erfindung der Buchdruckerkunst üblich gewesenen in der Hauptsache übereinstimmt, zeigt Figur 215 im Aufrisse von der Seite, vor welcher der Drucker steht; Figur 216 nach größerem Maßstabe in der Endansicht mit dem Standpunkte zur rechten Hand des Druckers. Deckel und Rähmchen, welche in Fig. 215 offen gezeichnet sind, mußten in Fig. 216 weggelassen werden, um nicht andere Theile zu bedecken und aus gleichem Grunde ist der mit d bezeichnete Theil in der zweiten Ansicht nur mittelst punktirter Linien angegeben.

Die Buchstaben a, e, A, c, B, f, haben hier die nämliche Bedeutung wie in Fig. 214; m ist das bereits erwähnte, aber noch nicht bildlich vorgestellte Laufbrett, auf welchem sich eine zur Unterstützung des aufgeschlagenen Deckels A dienende Vorrichtung d (der Galgen oder Deckelstuhl) befindet. Die übrigen nicht schon in dem Bisherigen erklärten Bestandstücke der Presse gehören theils zur Anbringung und Bewegung des Karrens, theils zu dem Preßapparate selbst. In ersterer Beziehung ist zunächst der Rost zu erwähnen, bestehend aus zwei parallelen horizontalen Balken h, h′, welche an den Enden durch Querhölzer, wie das in Fig. 216 bei n n sichtbare, verbunden sind. Das ebengenannte Stück n n wird von einem längeren, zugleich unter h und h′ hergehenden Riegel G getragen, welcher mit seinem Ständer F′ und Fuße N′ auf dem Boden des Zimmers steht. Am andern Ende des Rostes befindet sich ein ähnlicher Riegel wie G, der aber auf zwei Säulen oder Ständern ruht (s. den vorderen dieser Ständer in Fig. 215 bei K, K.) Zwischen h und h′ liegen noch zwei mit denselben pa-

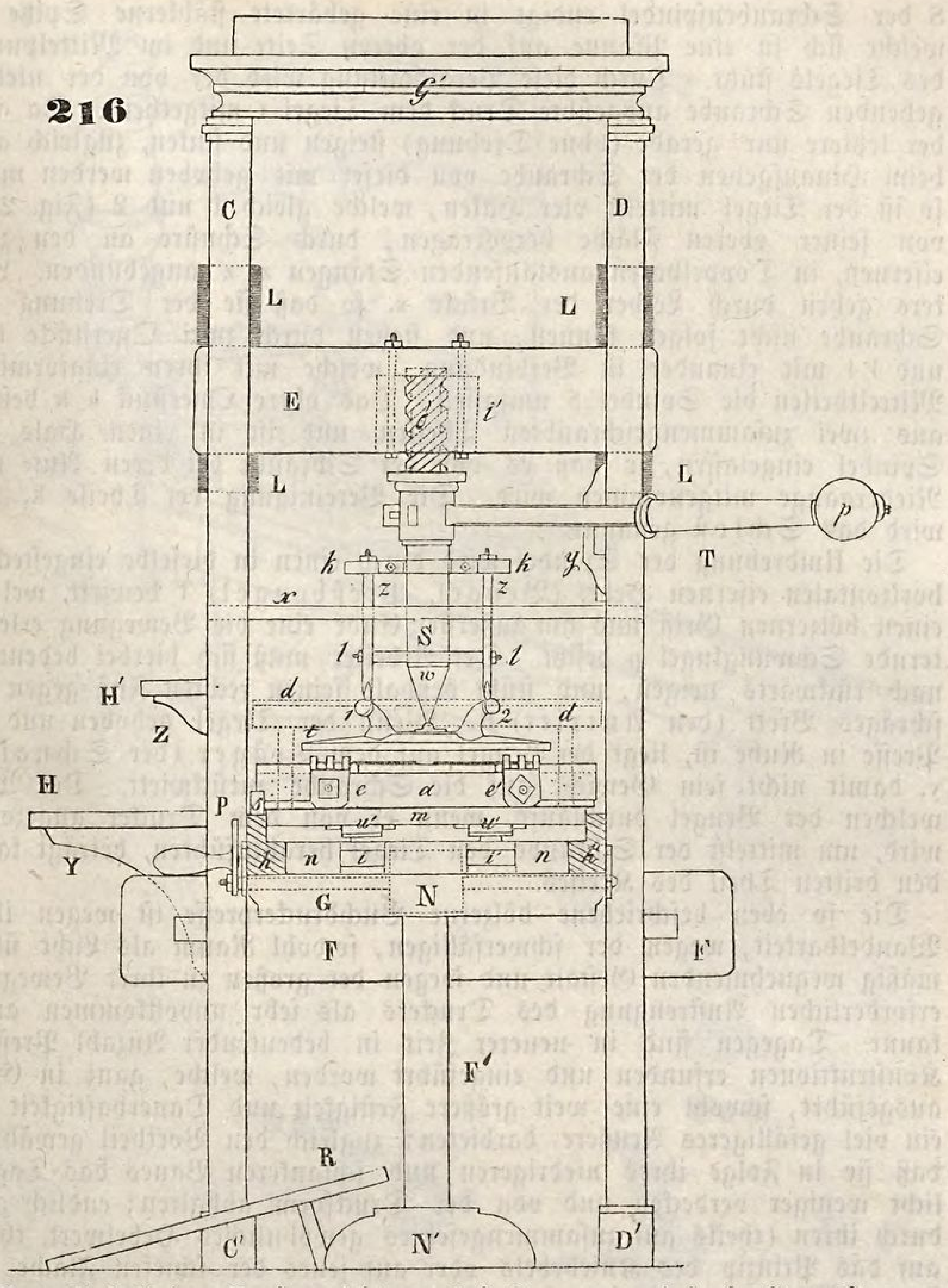
215



rallele Langhölzer, welche mit ihren Enden in den Querriegel n n und den gleichen Riegel am anderen Ende des Rostes eingezapft sind, wie man bei i, i′ in Figur 216 bemerkt. Auf diesen zwei Mittelhölzern, welche oben mit eisernen Schienen belegt sind, läuft das Laufbrett m, welches zu diesem Behufe unterwärts mehrere metallene Backen oder Klammern u′, u′ (Fig. 216) besitzt, und, um bei seiner Bewegung nicht seitwärts abzuweichen, in Falzen der Balken h, h′ geht, wie man gleichfalls aus Fig. 216 erkennt. N, in beiden Abbildungen, ist die hölzerne Walze, durch deren Umdrehung der Karren auf dem Roste nach der Presse hin oder von derselben weg geschoben (ein- oder ausgefahren) wird, um die Form zum Abdrucke unter den Tiegel hinein, oder nach geschehenem Abdrucke wieder heraus zu bringen. Die eiserne Achse der Walze liegt in Lagern unten und auswendig an den Balken h, h′, und ist vorn mit einer Kurbel P versehen. Auf dem Umkreise der Walze sind zwei Stricke oder Riemen u und v (Fig. 215) befestigt, welche in entgegengesetzten Richtungen laufen und mit ihren anderen Enden an dem Karren eine Befestigung haben, nämlich u an dem Haken a′ (Fig. 214), v aber an dem Galgen d (Fig. 215.) Diese einfache Anordnung bewirkt, daß, wenn man die Kurbel P in der Richtung des Pfeiles umdreht, die Walze den Strick v aufwickelt, dagegen den Strick u nachläßt, folglich der Karren (das Laufbrett m, sammt Allem, was sich darauf befindet) auf dem Roste gegen den bei t befindlichen Tiegel hineingeschoben wird. Eine umgekehrte Drehung der Kurbel bringt den entgegengesetzten Erfolg hervor, indem der nun sich aufwickelnde Strick u den Karren zieht.

Ein oben am Balken h befindlicher Aufhalter s (beide Figuren) verhindert, indem der Kranz a gegen denselben stößt, ein zu weites Herausfahren, was ohne denselben bei der raschen Bewegung Statt finden könnte.

216



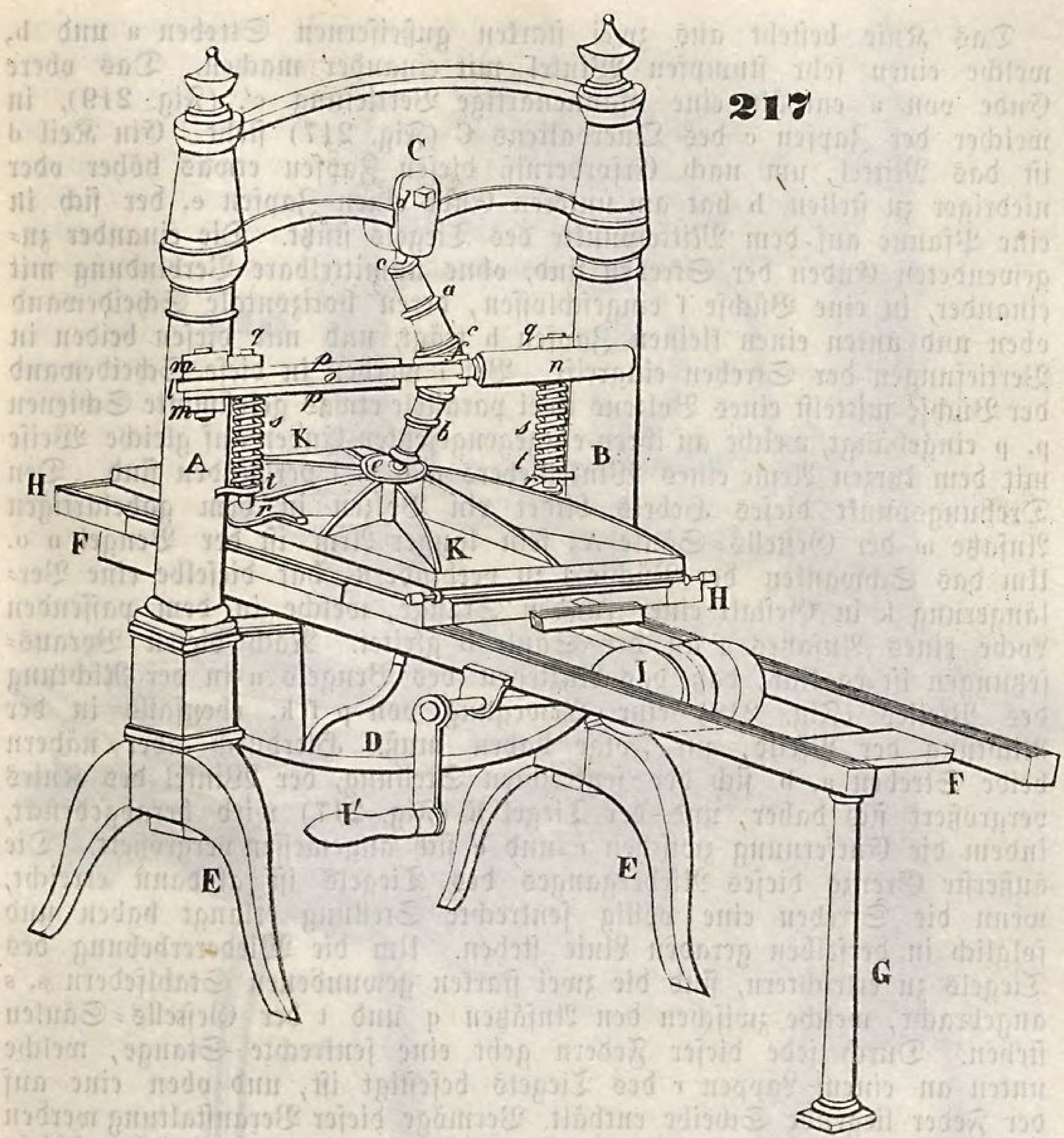
Das Gestell der Preßvorrichtung besteht aus zwei senkrechten Wangen C, D, welche unten in die Füße C′, D′ eingezapft, oben durch die Krone G′, unterhalb des Rostes aber durch einen starken verkeilten Querriegel F mit einander verbunden sind. Ein anderer zwischen den Wangen angebrachter Querbalken E ist zwar ebenfalls in dieselben eingezapft, jedoch so, daß die Zapfenlöcher (wie man aus Figur 215 entnimmt) sowohl oberhalb als unterhalb der Zapfen noch bedeutende Räume offen lassen. Diese Oeffnungen werden mit auf einander geschichteten Pappstücken L, L ausgefüllt, wodurch sowohl der Balken E eine gewisse Elastizität erhält, als die Möglichkeit gegeben ist, ihn nöthigenfalls höher oder niedriger zu legen. Die Mitte dieses Balkens ist in senkrechter Richtung mit einem großen Loche durchbohrt, in welchem von unten die messingene Schraubenmutter i′ der eisernen Preßspindel o′ (Fig. 216) mittelst vier Schraubbolzen befestigt ist. Das Gewinde der Schraube ist ein dreifaches mit flachen Gängen. Die glatte zylindrische Verlängerung

s der Schraubenspindel endigt in eine gehärtete stählerne Spitze w, welche sich in eine Pfanne auf der oberen Seite und im Mittelpunkte des Tiegels stützt. Durch diese Veranstaltung wird der von der niedergehenden Schraube ausgeübte Druck dem Tiegel t mitgetheilt. Da aber der letztere nur gerade (ohne Drehung) steigen und sinken, zugleich aber beim Hinaufgehen der Schraube von dieser mit gehoben werden muß; so ist der Tiegel mittelst vier Haken, welche gleich 1 und 2 (Fig. 216) von seiner oberen Fläche hervorragen, durch Schnüre an den zwei eisernen, in Doppelhaken auslaufenden Stangen z, z angebunden. Letztere gehen durch Löcher der Brücke x, so daß sie der Drehung der Schraube nicht folgen können, und stehen durch zwei Querstücke k k und l l mit einander in Verbindung, welche mit ihren ringförmigen Mitteltheilen die Spindel s umfassen. Das obere Querstück k k besteht aus zwei zusammengeschraubten Theilen und ist in einen Hals der Spindel eingelassen, so daß es von der Schraube bei deren Auf- und Niedergange mitgenommen wird. Die Vereinigung der Theile k, z, l wird das Schloß genannt.

Die Umdrehung der Spindel wird durch einen in dieselbe eingesteckten horizontalen eisernen Hebel (Bengel, Preßbengel) T bewirkt, welcher einen hölzernen Griff und am äußersten Ende eine die Bewegung erleichternde Schwungkugel p besitzt. Der Arbeiter muß sich hierbei bedeutend nach rückwärts neigen, und stützt deßhalb seinen rechten Fuß gegen ein schräges Brett (den Antritt) R. Wenn der Tiegel gehoben und die Presse in Ruhe ist, liegt der Bengel auf dem Träger (der Schnalle) y, damit nicht sein Gewicht auf die Schraube zurückwirkt. Der Weg, welchen der Bengel durchläuft, wenn er von dem Drucker angezogen wird, um mittelst der Schraube den Tiegel herabzuführen, beträgt kaum den dritten Theil des Kreises.

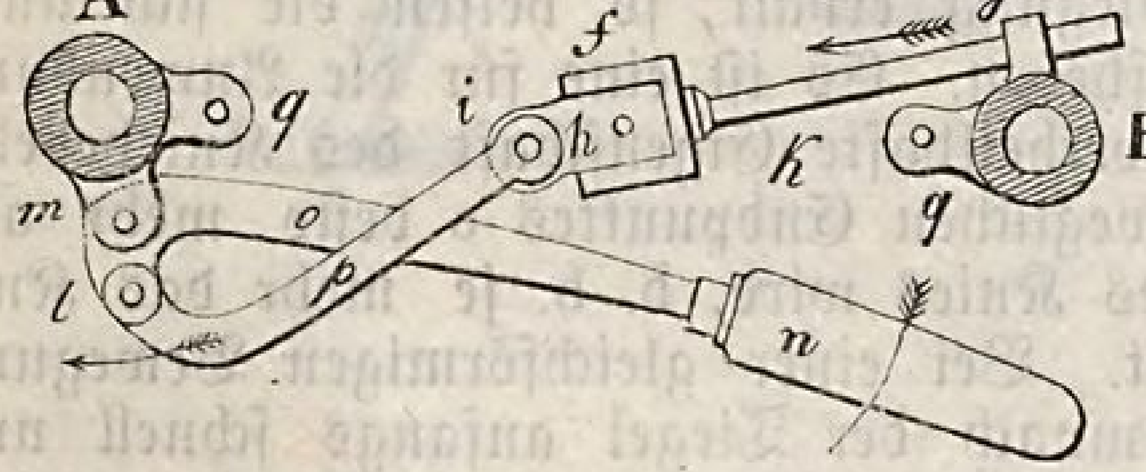
Die so eben beschriebene hölzerne Buchdruckerpresse ist wegen ihrer Wandelbarkeit, wegen der schwerfälligen, sowohl Raum als Licht übermäßig wegnehmenden Gestalt und wegen der großen zu ihrer Bewegung erforderlichen Anstrengung des Druckers als sehr unvollkommen anerkannt. Dagegen sind in neuerer Zeit in bedeutender Anzahl Pressen-Konstruktionen erfunden und eingeführt worden, welche, ganz in Eisen ausgeführt, sowohl eine weit größere Festigkeit und Dauerhaftigkeit als ein viel gefälligeres Aeußere darbieten; zugleich den Vortheil gewähren, daß sie in Folge ihres niedrigeren und schlankeren Baues das Tageslicht weniger verdecken und von der Druckform abhalten; endlich aber durch ihren (theils auf zusammengesetztes gewöhnliches Hebelwerk, theils auf das Prinzip des Kniehebels oder auf jenes der schiefen Fläche basirten) Mechanismus eine so ansehnliche Erleichterung der Bewegung gewähren, daß die Gesundheit des Druckers wesentlich geschont wird und derselbe im Stande ist, bei den größten Formaten durch einen nach Erforderniß großen Tiegel stets die ganze Form mit einem Male abzuziehen, während bei der hölzernen Presse dieß in zwei Malen geschehen muß.

Unter diesen neueren, ganz aus Eisen gearbeiteten Buchdruckerpressen beschreiben wir zunächst die Hagar-Presse, welche durch Fig. 217 in perspektivischer Ansicht dargestellt ist, und zwar so, wie sie erscheint, wenn der Karren eingefahren und das Ganze zum Abdruck bereit ist. Das gußeiserne Gestell besteht hauptsächlich aus zwei hohlen Säulen A, B, einem oberen Querbalken C, einem unteren D, und den Füßen E, E. Eine starke schmiedeiserne Stange geht durch jede Säule, durch beide Balken und durch den einen Fuß, hat oben einen Kopf, unten eine Schraubenmutter, und hält so alle vier Theile unwandelbar zusammen.

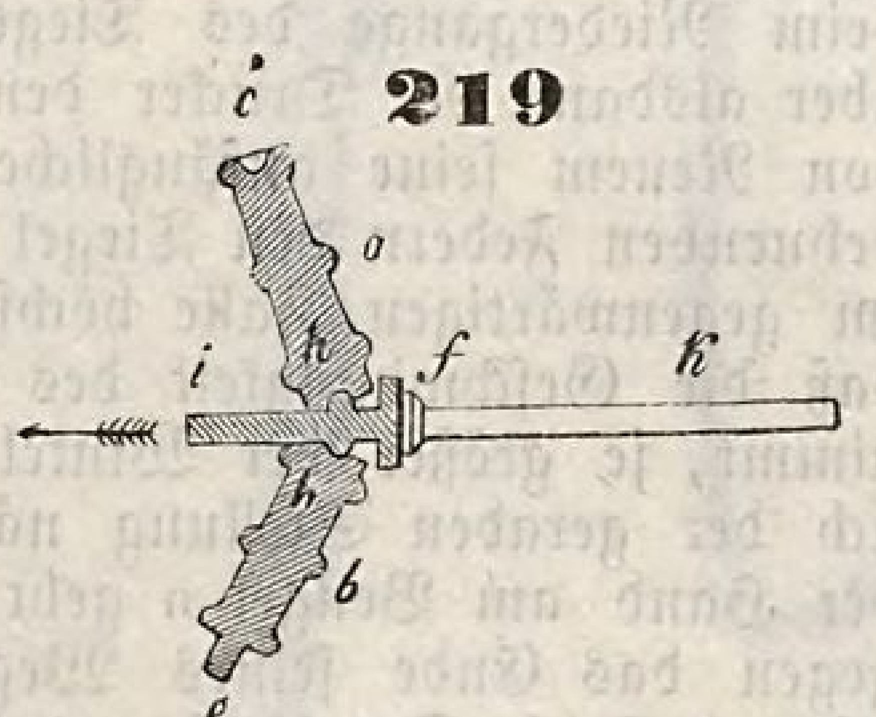


217

218



219

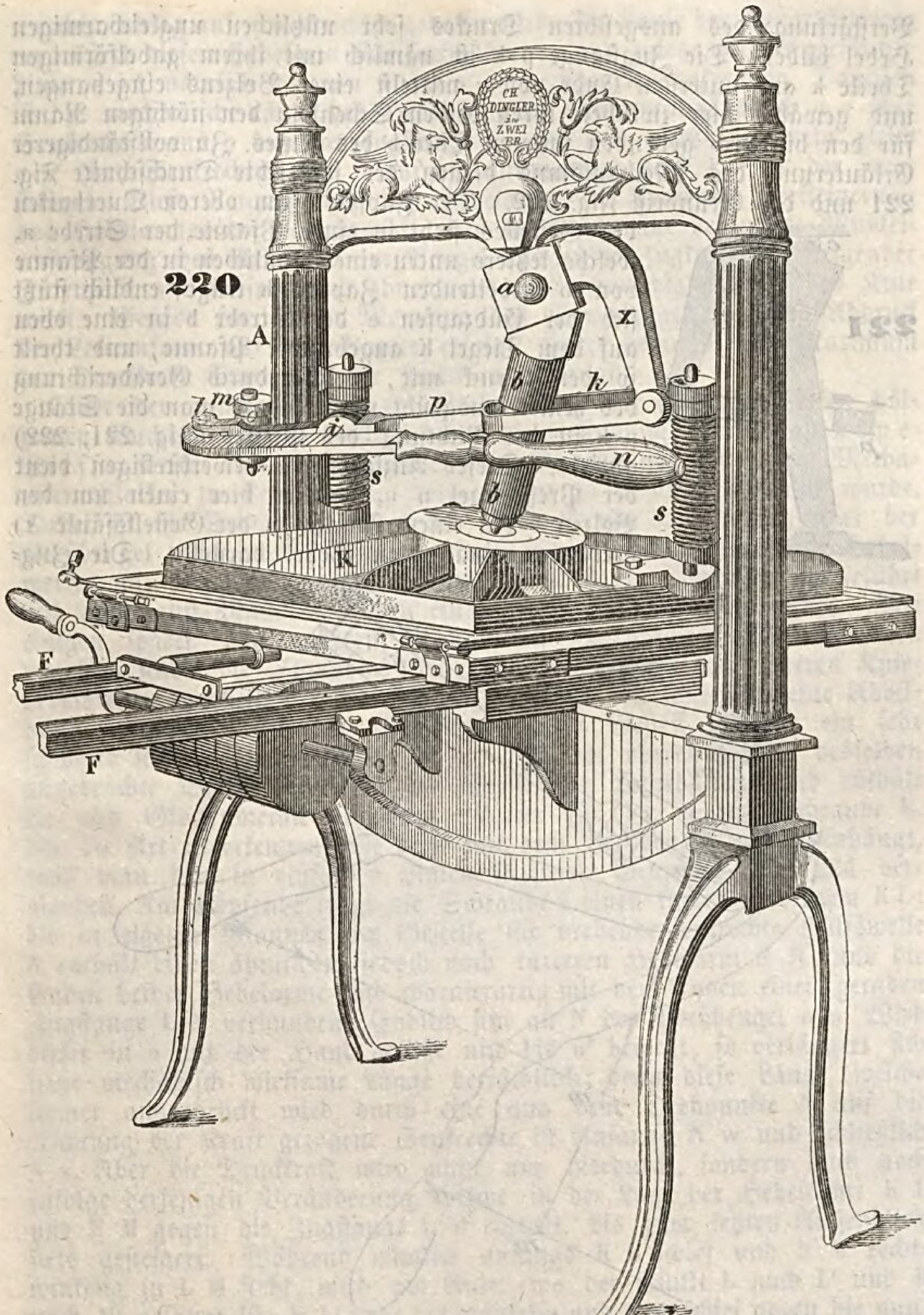


F ist der Rost, der außer seiner Verbindung mit dem Querbalken D noch von einem Ständer G getragen wird; H H der Karren; I die Walze mit ihrer Kurbel I′; K endlich der Tiegel, der durch Rippen auf seiner oberen Seite die nöthige Verstärkung erhält. Alle diese Theile bedürfen hier keiner besonderen Erklärung, da sie im Wesentlichen mit jenen der hölzernen Presse übereinstimmen, und nur zum Theile das Material (Gußeisen) so wie die Gestalt, Verschiedenheiten darbietet. Der Druckapparat der Hagar-Presse ist nach dem Prinzipe des Kniehebels konstruirt und eben so einfach als wirksam. Man wird die Einrichtung desselben besser verstehen, wenn man mit Fig. 217 den Grundriß Fig. 218 und den senkrechten Durchschnitt Fig. 219 vergleicht.

Das Knie besteht aus zwei starken gußeisernen Streben a und b, welche einen sehr stumpfen Winkel mit einander machen. Das obere Ende von a enthält eine pfannenartige Vertiefung c'. (Fig. 219), in welcher der Zapfen c des Querbalkens C (Fig. 217) steht. Ein Keil d ist das Mittel, um nach Erforderniß diesen Zapfen etwas höher oder niedriger zu stellen. b hat am unteren Ende einen Zapfen e, der sich in eine Pfanne auf dem Mittelpunkte des Tiegels stützt. Die einander zugewendeten Enden der Streben sind, ohne unmittelbare Verbindung mit einander, in eine Büchse f eingeschlossen, deren horizontale Scheidewand oben und unten einen kleinen Zapfen h trägt, und mit diesen beiden in Vertiefungen der Streben eingreift. Bei i werden in diese Scheidewand der Büchse mittelst eines Bolzens zwei parallele etwas gekrümmte Schienen p, p eingehängt, welche an ihren entgegengesetzten Enden auf gleiche Weise mit dem kurzen Arme eines Winkelhebers n o m l verbunden sind. Den Drehungspunkt dieses Hebels bildet ein Bolzen in dem gabelartigen Ansatze m der Gestells-Säule A; sein langer Arm ist der Bengel n o. Um das Schwanken der Büchse f zu verhindern, hat dieselbe eine Verlängerung k in Gestalt einer runden Stange, welche in dem passenden Loche eines Ansatzes g an der Säule B gleitet. Nach diesen Voraussetzungen ist es klar, daß das Anziehen des Bengels n in der Richtung des Pfeiles (Fig. 218) eine Bewegung von p f k, ebenfalls in der Richtung der Pfeile, zur Folge haben muß. Hierdurch aber nähern beide Streben a, b sich der senkrechten Stellung, der Winkel des Knies vergrößert sich daher, und der Tiegel K (Fig. 217) wird herabgedrückt, indem die Entfernung zwischen c und e sich angemessen vergrößert. Die äußerste Grenze dieses Niederganges des Tiegels ist alsdann erreicht, wenn die Streben eine völlig senkrechte Stellung erlangt haben und folglich in derselben geraden Linie stehen. Um die Wiedererhebung des Tiegels zu erleichtern, sind die zwei starken gewundenen Stahlfedern s, s angebracht, welche zwischen den Ansätzen q und t der Gestells-Säulen stehen. Durch jede dieser Federn geht eine senkrechte Stange, welche unten an einem Lappen r des Tiegels befestigt ist, und oben eine auf der Feder liegende Scheibe enthält. Vermöge dieser Veranstaltung werden beim Niedergange des Tiegels die Federn zusammengedrückt; schiebt aber alsdann der Drucker den Bengel wieder zurück, wodurch das Knie von Neuem seine anfängliche Biegung erhält, so helfen die sich ausdehnenden Federn den Tiegel aufheben. Es ist eine für die Anwendung im gegenwärtigen Falle höchst vortheilhafte Eigenschaft des Kniehebels, daß die Geschwindigkeit des beweglichen Endpunktes e desto mehr abnimmt, je größer der Winkel des Knies wird, d. h. je mehr das Knie sich der geraden Stellung nähert. Bei einer gleichförmigen Bewegung der Hand am Bengel n geht demnach der Tiegel anfangs schnell und gegen das Ende seines Weges sehr langsam herab, wodurch erreicht wird, daß die Druckkraft gerade in dem Augenblicke, wo der Tiegel das Papier gegen die Form preßt, am größten wird, weil die mittelst des Tiegels ausgeübte Kraft, für eine bestimmte Kraftanwendung am Bengel, in eben dem Verhältnisse wächst, wie die Geschwindigkeit des Tiegels sich verringert.

Es ist überhaupt die Anwendung des Kniehebels vorzugsweise das Mittel, durch welches man bei den neueren Buchdruckerpressen eine sehr große Druckkraft mit verhältnißmäßig geringer Anstrengung des Arbeiters erreicht. Ein Beispiel von abgeänderter Konstruktion dieses Hebelwerks gibt die von Dingler in Zweibrücken herrührende Presse, welche unter dem Namen der Dingler-Presse gegenwärtig sehr verbreitet und für eine der allerbesten geachtet ist. Fig. 220 stellt dieselbe in einem

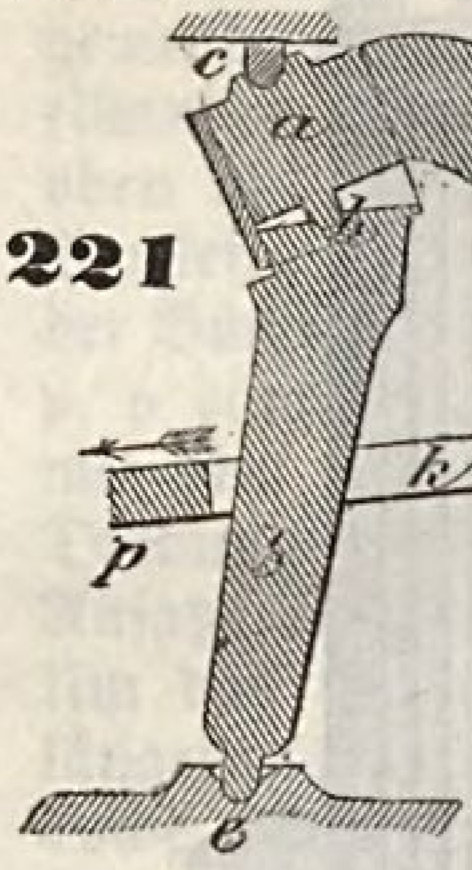
220



perspektivischen Aufrisse dar, von jener Seite aus gesehen, welche dem Standorte des Druckers entgegengesetzt ist. Mangelnden Raumes wegen hat der Rost F F unvollständig gezeichnet werden müssen; das fehlende Ende desselben ist jedoch von gleicher Beschaffenheit wie die Abbildung der Hagar-Presse (Fig. 217) bei F, G zeigt. Der Bau des Gestells überhaupt stimmt mit jenem der Hagar-Presse überein, und so sind auch die zur Wiedererhebung des Tiegels K dienenden Federn s, s vorhanden. Das Knie besteht aus zwei ungleich langen Theilen (Streben) a und b, von welchen der erstere durch seine Fortsetzung x einen zur

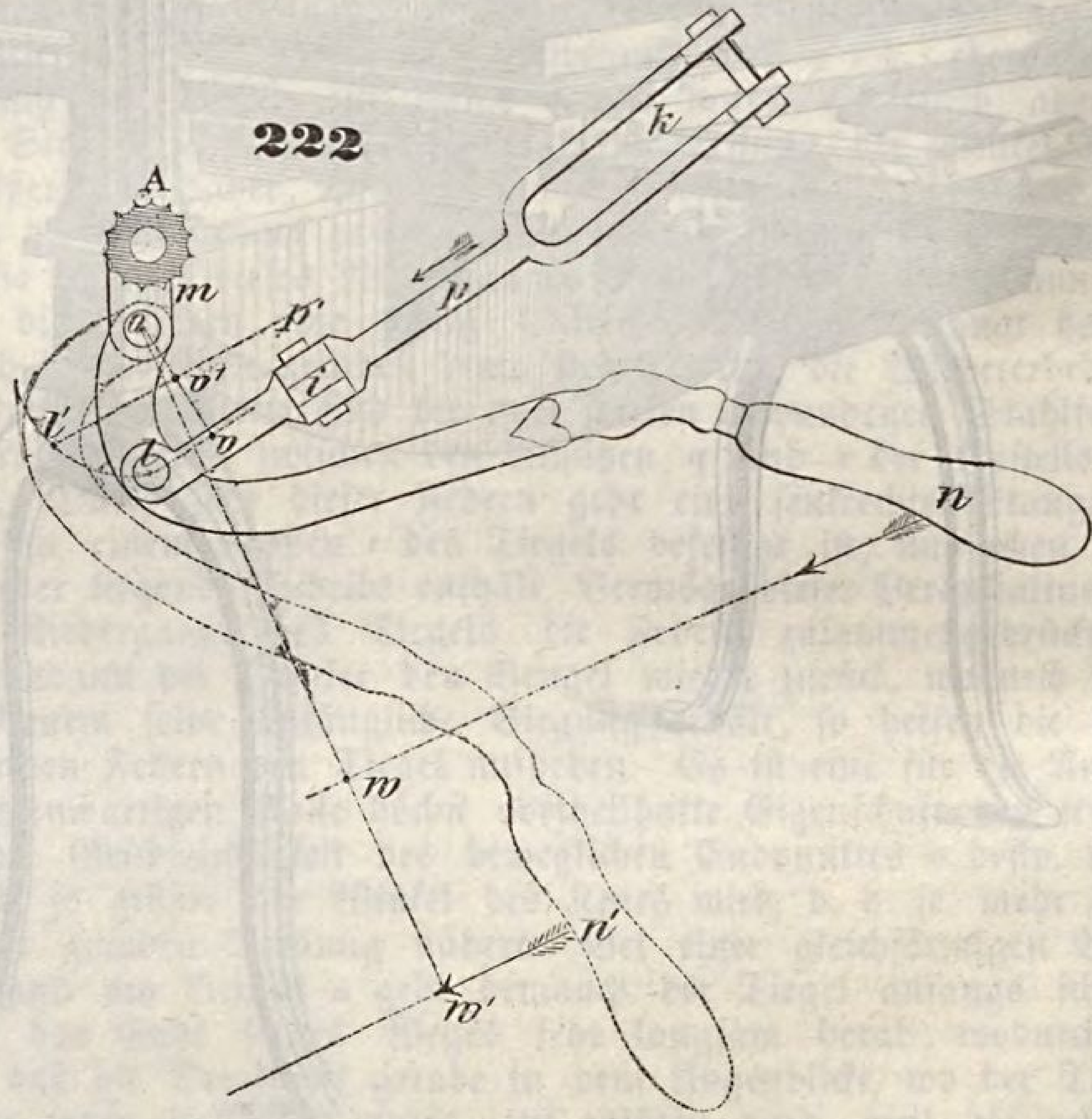
Verstärkung des ausgeübten Druckes sehr nützlichen ungleicharmigen Hebel bildet. Die Zugstange p k ist nämlich mit ihrem gabelförmigen Theile k am untersten Ende von x mittelst eines Bolzens eingehangen, und gewährt hier zwischen ihren beiden Schenkeln den nöthigen Raum für den hindurch gehenden unteren Theil b des Knies. Zu vollständigerer Erläuterung des Mechanismus dienen der senkrechte Durchschnitt Fig. 221 und der Grundriß Fig. 222. Der Zapfen c am oberen Querbalken

221



des Gestelles steht in einer Pfanne der Strebe a, welche letztere unten einen ähnlichen in der Pfanne von b arbeitenden Zapfen h trägt; endlich stützt sich der Endzapfen e der Strebe b in eine oben auf dem Tiegel K angebrachte Pfanne, und theilt so den Druck mit, welcher durch Geraderichtung des Knies ausgeübt wird, sobald man die Stange p k in der Richtung des Pfeiles (Fig. 221, 222) anzieht. Dieses Anziehen zu bewerkstelligen dient der Preßbengel n o, welcher hier einen um den Bolzen o (in einem Ansatze m der Gestellssäule A) drehbaren einarmigen Hebel darstellt. Die Zug-

222

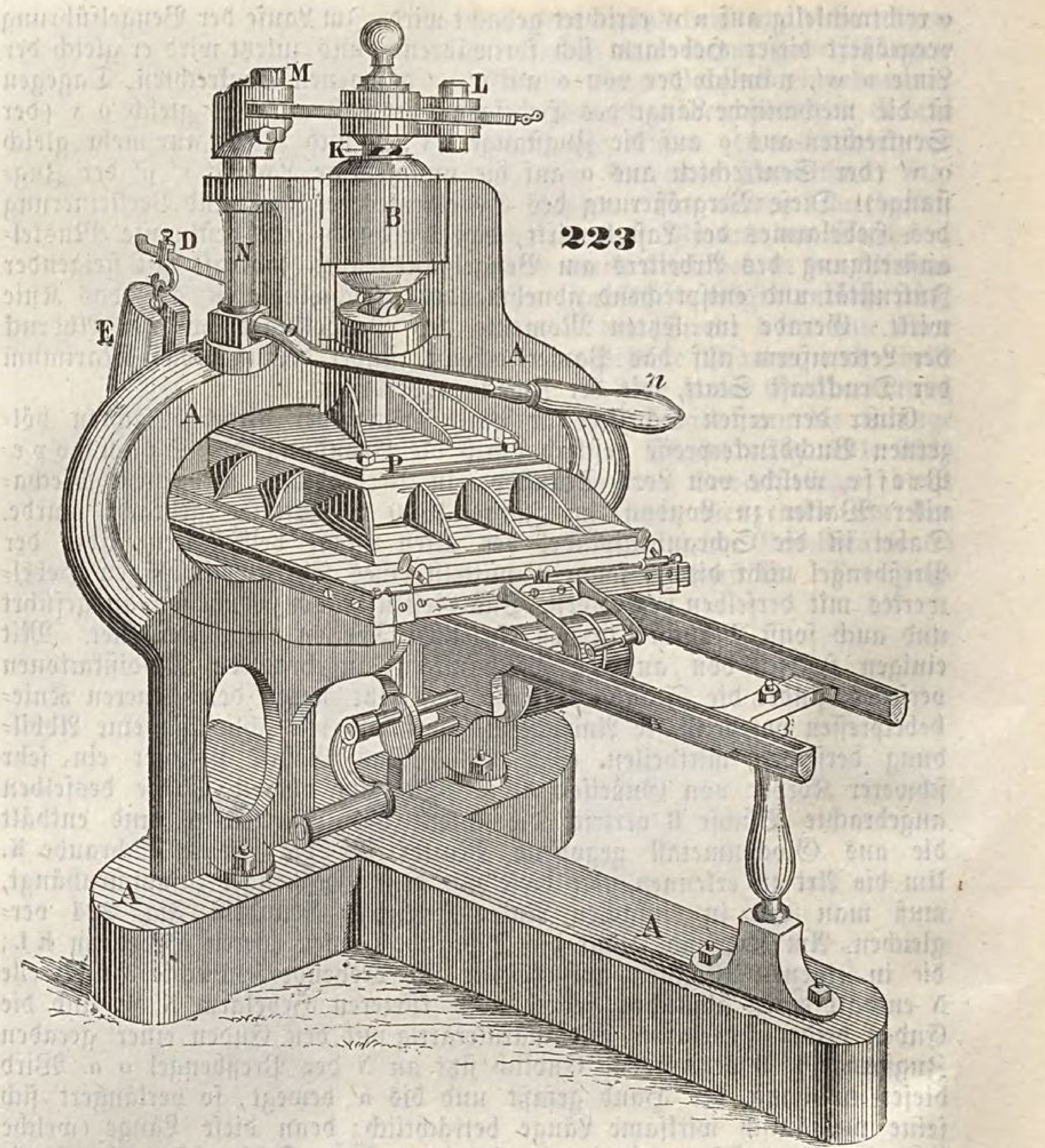


stange p k ist in i mit einem Gelenke (Charniere) versehen, um der Bogenbewegung des Armes x Folge leisten zu können, zuletzt aber bei l durch einen Bolzen mit dem Preßbengel (ebenfalls charnierartig) verbunden.

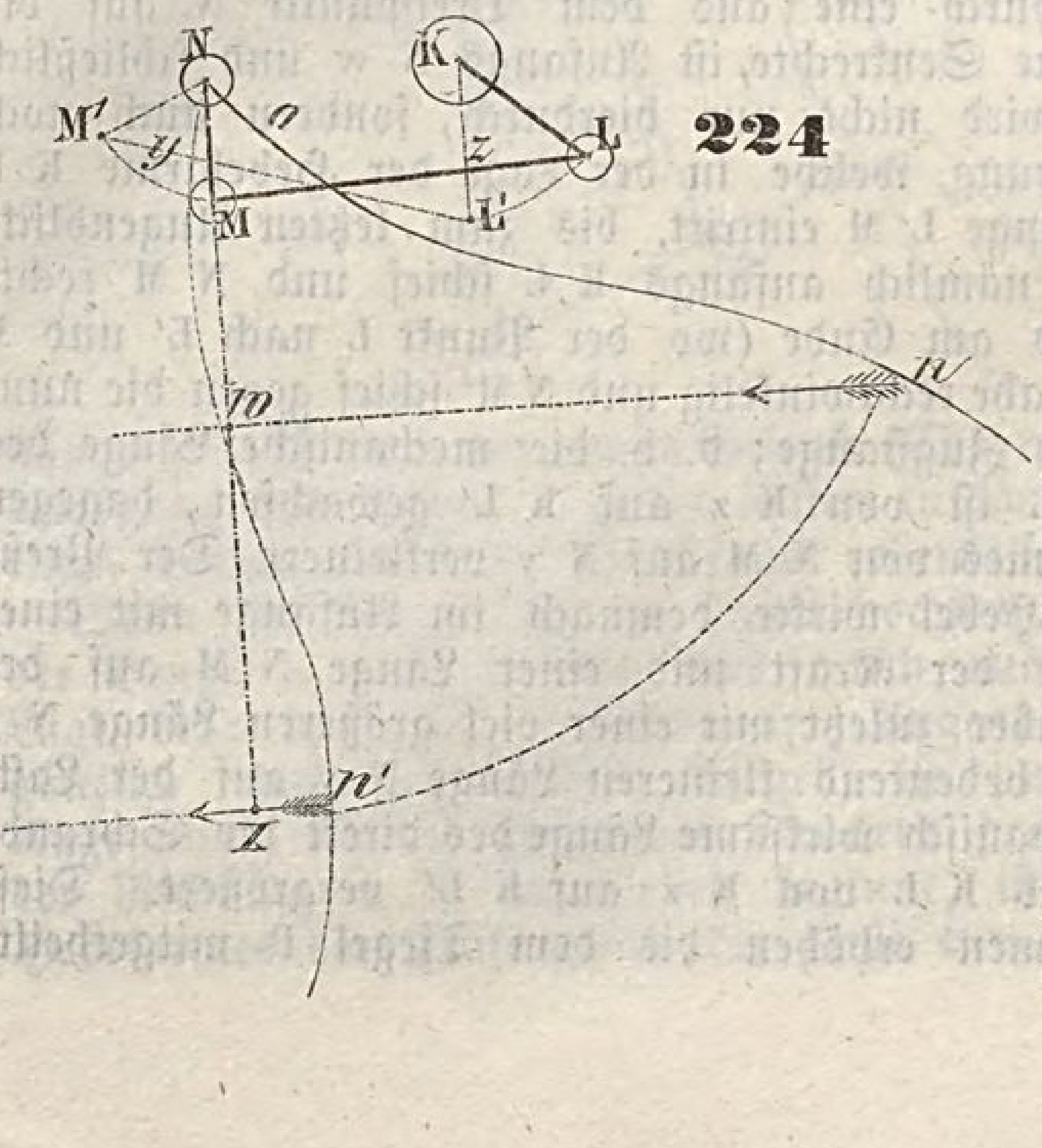
Wenn der Tiegel sich in seiner höchsten Stellung befindet, so nimmt der Bengel n o die in Fig. 222 durch ausgezogene Linien ausgedrückte Lage ein; der Ort desselben im Augenblicke des Druckes, also bei gänzlich niedergegangenem Tiegel, ist punktirt angegeben. In dem Augenblicke, wo die Hand des Druckers den Bengel bei n faßt und in der Richtung n w anzuziehen beginnt, ist die mechanische Länge des Hebelarmes der Kraft gleich der Linie o w, welche aus dem Drehpunkte

o rechtwinkelig auf n w errichtet gedacht wird. Im Laufe der Bengelführung vergrößert dieser Hebelarm sich fortwährend, und zuletzt wird er gleich der Linie o w', nämlich der von o auf n' w' gezogenen Senkrechten. Dagegen ist die mechanische Länge des Hebelarms der Last anfangs gleich o v (der Senkrechten aus o auf die Zugstange l v p), und zuletzt nur mehr gleich o v' (der Senkrechten aus o auf die nunmehrige Lage l' v' p' der Zugstange). Diese Vergrößerung des Hebelarmes der Kraft und Verkleinerung des Hebelarmes der Last bewirkt, daß die durch eine bestimmte Muskelanstrengung des Arbeiters am Bengel ausgeübte Zugkraft mit steigender Intensität und entsprechend abnehmender Geschwindigkeit auf das Knie wirkt. Gerade im letzten Momente des Bengelzuges, wo der Abdruck der Letternform auf das Papier erfolgt, findet demnach das Maximum der Druckkraft Statt, wie der Zweck es verlangt.

Einer der ersten Schritte zur Verbesserung der althergebrachten hölzernen Buchdruckerpresse geschah durch die Erfindung der Stanhope-Presse, welche von Lord Stanhope in Verbindung mit einem Mechaniker Walker zu London im Jahre 1800 zu Stande gebracht wurde. Dabei ist die Schraubenspindel der alten Presse beibehalten, aber der Preßbengel nicht direkt, sondern mittelst eines sehr zweckmäßigen Hebelwerkes mit derselben verbunden. Das Gestell ist von Gußeisen ausgeführt und auch sonst Manches in den einzelnen Theilen vervollkommnet. Mit einigen später von anderen Mechanikern angebrachten Modifikationen versehen, findet die Stanhope-Presse noch jetzt neben den neueren Kniehebelpressen vortheilhafte Anwendung, weßhalb wir schließlich eine Abbildung derselben mittheilen. (Fig. 223.) Das Gestell ist hier ein sehr schwerer Körper von Gußeisen A, A. Die am oberen Theile desselben angebrachte Büchse B vertritt die Stelle des Oberbalkens und enthält die aus Glockenmetall gegossene Mutter für die eiserne Schraube K. Um die Art zu erkennen, wie diese mit dem Preßbengel zusammenhängt, muß man den in einfachen Linien skizzirten Grundriß Fig. 224 vergleichen. Am Kopfende trägt die Schraube K einen kurzen Hebelarm K L; die in eigenen Pfannen am Gestelle sich drehende senkrechte Hülfswelle N enthält einen ähnlichen, jedoch noch kürzeren Hebelarm N M, und die Enden beider Hebelarme sind charnierartig mit den Enden einer geraden Zugstange L M verbunden. Endlich sitzt an N der Preßbengel o n. Wird dieser in n mit der Hand gefaßt und bis n' bewegt, so verlängert sich seine mechanisch wirksame Länge beträchtlich; denn diese Länge (welche immer ausgedrückt wird durch eine aus dem Drehpunkte N auf die Richtung der Kraft gezogene Senkrechte, ist Anfangs N w und schließlich N x. Aber die Druckkraft wird nicht nur hierdurch, sondern auch noch zufolge derjenigen Veränderung, welche in der Lage der Hebelarme K L und N M gegen die Zugstange L M eintritt, bis zum letzten Augenblicke stets gesteigert. Während nämlich anfangs K L schief und N M rechtwinkelig zu L M steht, wird am Ende (wo der Punkt L nach L' und M nach M' gelangt ist) K L' nahe rechtwinkelig und N M' schief gegen die nunmehrige Richtung L' M' der Zugstange; d. h. die mechanische Länge des gezogenen Hebelarmes K L ist von K z auf K L' gewachsen, dagegen jene des ziehenden Hebelarmes von N M auf N y verkleinert. Der Preßbengel als doppelarmiger Hebel wirkte demnach im Anfange mit einer Länge N w auf der Seite der Kraft und einer Länge N M auf der Seite der Last; er wirkt aber zuletzt mit einer viel größeren Länge N x auf der Kraft- und einer bedeutend kleineren Länge N y auf der Last-Seite. Zugleich ist die mechanisch wirksame Länge des direkt die Schraube K umdrehenden Hebelarmes K L von K z auf K L' vergrößert. Diese Umstände zusammengenommen erhöhen die dem Tiegel P mitgetheilte



223



224

drückende Wirkung der vom Arbeiter auf dem Bengel bei n ausgeübten Zugkraft gerade im Augenblicke des Abdruckes der Form sehr ansehnlich. Das Wiederaufsteigen des Tiegels nach geschehenem Drucke erfolgt durch ein an dem Hebel D (Fig. 223) hängendes Gegengewicht E, welches die Stelle der bei der Hagar- und Dingler-Presse hierzu angebrachten Federn vertritt. Streng genommen ist es eine Unvollkommenheit, daß der Arm K L mit der Schraube K sich herabbewegt, wäh-

rend der Arm N M in gleicher Höhe verbleibt; denn die Zugstange L M ist hierdurch genöthigt, sich gegen die Horizontale ein wenig zu neigen. Einige Mechaniker haben zur Beseitigung dieses Uebelstandes Einrichtungen angewendet, welche wir hier der Kürze halber übergehen.

3. Die Arbeit des Druckens. Wenn die zu einem Druckbogen erforderlichen 2 Formen gesetzt, korrigirt und geschlossen sind, so wird zuerst die Schöndruckform auf das Fundament der Presse gesetzt (eingehoben), gehörig befestigt, und so oft abgedruckt, als die beabsichtigte Stärke der Auflage erfordert. Alsdann bringt man die Wiederdruckform in dieselbe oder in eine andere Presse, und bedruckt damit die Bögen auf der zweiten, bisher noch leeren Seite. Bei starken Auflagen ist es das Angemessenste, die zweite Form in eine zweite Presse zu setzen, weil man in diesem Falle mit dem Wiederdrucke nicht bis zur Beendigung des Schöndrucks zu warten braucht, und somit den Nachtheil vermeidet, welcher aus dem Trockenwerden des gefeuchteten Papieres bei längerem Liegen entsteht. Das Papier zieht sich nämlich beim Trocknen in einen kleineren Umfang zusammen, und es ist sodann das völlig richtige Registerhalten (das genaue Aufeinandertreffen der Kolumnen in Schön- und Wiederdruck) nicht zu erreichen, abgesehen von dem Umstande, daß das Drucken auf einem nicht mehr hinlänglich feuchten Papiere schlechter von Statten geht.

Die Buchdruckerpresse wird von zwei Arbeitern bedient, von welchen der eine (Preßmeister) das Einlegen und Herausnehmen des Papiers, so wie das Ein- und Ausfahren des Karrens mittelst Umdrehung der Kurbel und das Anziehen des Preßbengels, der andere (Walzenmeister) hingegen das Auftragen der Farbe auf die Form zu verrichten hat. Beide nehmen diese Arbeiten in solcher Aufeinanderfolge vor, daß sie fortwährend beschäftigt sind, ohne einander zu stören oder sich im Wege zu stehen. Während nämlich der Preßmeister den Karren mit der Form unter den Tiegel hineinfährt und den Abdruck macht, rollt der Walzenmeister die Auftragwalze auf einem neben der Presse befindlichen, mit Farbe überzogenen Tische, um sie gehörig mit Farbe zu versehen. Ist der Abdruck vollbracht und der Karren wieder ausgefahren, so beschäftigt sich der Preßmeister, nachdem er den Deckel und das Rähmchen aufgeschlagen hat, mit dem Herausnehmen des gedruckten Bogens und mit dem Einlegen eines neuen, der zunächst bedruckt werden soll; der Walzenmeister tritt aber unterdessen an die Form, und rollt die Walze auf derselben hin und her, um die Lettern mit der erforderlichen Menge Farbe zu versehen. So wie dieß geschehen ist, geht der Walzenmeister wieder an den Farbetisch, und der Preßmeister schlägt Rähmchen und Deckel zu, um sogleich einzufahren. Der Farbetisch ist bei der hölzernen Presse am Preßgestelle selbst angebracht und in Fig. 215, 216 zu sehen. Er besteht hier aus einem von zwei Konsolen wie Y getragenen Brette H und einem anderen, weniger vorspringenden, Brette H′ mit dem Farbekasten X. Aus letzterem nimmt man mit einer eisernen Spatel ein wenig Farbe, die man auf H′ dünn ausstreicht. Die Auftragwalze wird nun mit H′ in leichte Berührung gebracht, dann aber (um die wenige von ihr angenommene Farbe rund auf ihrer Oberfläche zu vertheilen) auf H einige Male hin und her gerollt. Eiserne Pressen haben den Farbetisch abgesondert neben sich stehen, im Wesentlichen mit derselben Einrichtung. Künstlichere Anordnungen des Farbetisches, die man zuweilen findet, haben sich keines ungetheilten Beifalls zu erfreuen.

Auf einer Presse können als höchste Tagesarbeit 2000 Abdrücke (der Schön- und Wiederdruck von 1000 Exemplaren eines Bogens) gerechnet

werden; doch ist diese Leistung nur zu erreichen, sofern es sich um Druck der allergewöhnlichsten Art handelt. Von eleganter Arbeit werden nicht mehr als 800, oft noch weniger Abdrücke zu Stande gebracht.

4. Die Zurichtung der gedruckten Bogen. Die gedruckten Bogen werden neben der Presse auf einen regelmäßigen Haufen über einander gelegt, dann zum Trocknen auf Holzlatten gehängt, endlich — bogenweise oder halbbuchweise zwischen Glanzpappen und Brettern liegend — in einer hölzernen oder eisernen Schraubenpresse oder einer hydraulischen Presse 24 Stunden lang scharf eingepreßt. Die hierauf folgende Schlußarbeit ist das Zusammenlegen der Bogen in vollständige Exemplare und die Verpackung der letzteren.

Die ausgedruckten Formen werden mit Lauge (besser kalt als warm) gewaschen, um sie von anhängender Farbe zu reinigen, mit Wasser abgespült, getrocknet, aufgeschlossen und den Setzern zum Ablegen, d. h. zum Auseinandernehmen der Lettern, die sogleich wieder in die Fächer des Schriftkastens vertheilt werden, überliefert.

Bürsten. Die Schweinsborsten, als das Hauptmaterial zu den Bürsten, sind von Natur weiß, gelblich, grau, schwarz oder schmutzig roth. Man verarbeitet sie entweder in ihrer natürlichen Farbe, oder färbt sie gelb, roth, blau, grün ꝛc. Die ganz weißen, welche weiß bleiben sollen, pflegt man nur durch Waschen mit Alaunauflösung oder Kalkwasser, am besten mit Schmierseife in lauwarmem (nicht heißem) Wasser, zu reinigen; da sie aber nicht immer nach Bedarf zu erlangen sind, so muß man sich öfers durch Bleichen der gelben Borsten helfen.

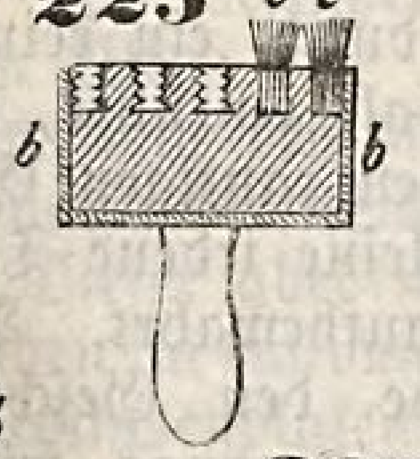
Hierzu ist das einzige zweckmäßige und sichere Mittel in der schwefeligen Säure gegeben. Nach Fink's Beobachtung können zwar die meisten gelben Borsten von deutschen Schweinen durch bloßes Schwefeln — indem man sie befeuchtet dem durch Verbrennen von Schwefel erzeugten schwefeligsauren Gase aussetzt — weiß gemacht werden, oder auch durch Bleichen an der Sonne, indem man sie oftmals anfeuchtet und unter Glas im Sonnenscheine liegen läßt; allein die polnischen und russischen Borsten (gerade die besten von allen) erleiden durch diese Behandlungen keine Bleiche. Man muß hierzu flüssige schwefelige Säure anwenden, welche durch Destillation von englischer Schwefelsäure mit Holzkohlenpulver und Auffangen des entwickelten Gases im Wasser dargestellt wird. Man legt die mit Seife gewaschenen und recht rein wieder abgespülten Borsten 1 bis 3 Tage lang in die schwefelige Säure, wäscht sie dann mit reinem Wasser gut aus und trocknet sie. Bei diesem Verfahren behalten sie ihre Elastizität vollkommen und gewinnen nebst einer schönen Weiße einen eigenthümlichen Glanz. Fink fand auch, daß die mit ihrem 30- bis 40fachen Gewichte Wasser verdünnte Schwefelsäure ein kräftiges Bleichmittel abgibt und selbst schwarze Borsten gänzlich entfärbt, wenn man diese mit der gedachten Säure zu oft wiederholten Malen benetzt und dem Sonnenscheine aussetzt; es ist aber doch zu fürchten, daß hierdurch die Substanz der Borsten nachtheilig verändert wird.

Um Schmutztheile so wie kurze und krause Haare abzusondern, zieht der Bürstenmacher die (vorläufig schon durch Aussuchen sortirten) Borsten büschelweise durch einen stählernen Kamm. Die zur Befestigung der Borsten dienenden Platten von Holz oder Knochen werden mit der Säge zugeschnitten, durch Raspeln, Feilen, Abziehen mit einer Ziehklinge, Abreiben mit Glaspapier ꝛc. ausgearbeitet und zugerichtet. Zur Herstellung geschweifter (bogenförmiger) Bürstenhölzer hat man eigene Sägemaschinen, die auf Erzeugung eines krummen Schnittes eingerichtet sind.

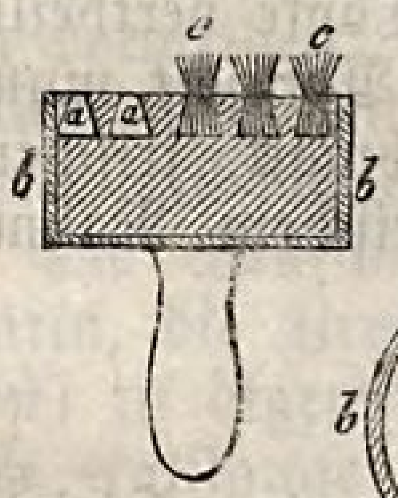
Das Einsetzen der Borsten in die vorgebohrten Löcher geschieht auf zweierlei Weise, nämlich entweder mittelst Pech oder Leim, oder durch Einziehen mit Draht, für welchen letzteren Fall die Büschel in der Mitte ihrer Länge zusammengebogen werden. Zuletzt werden die Enden der Büschel mit einer Scheere gestutzt oder mit einem Hackmesser abgehackt.

Der Engländer Mason hat im Jahre 1830 ein eigenthümliches und wohl empfehlenswerthes Verfahren zum Einsetzen der Borsten angegeben. Statt nämlich wie sonst die Haarbündel in einzelne Löcher einzusetzen, versieht er die vordere Seite des hölzernen Rückens mit mehreren konzentrischen ringförmigen Nuthen, die sich nach innen schwalbenschwanzförmig erweitern, taucht die Borstenbüschel in Pech oder Kitt, setzt sie neben einander in die Nuthen ein, und drückt sie in der Art platt, daß sie in der Richtung des Radius breiter werden, und sich so fest in die Nuthen einklemmen. Statt schwalbenschwanzförmiger Nuthen wendet er auch wohl zylindrisch ausgedrehte Nuthen an, die er aber an den beiden Seitenwänden mit mehreren Furchen oder einem Schraubengewinde versieht, deren Hervorragungen sich in die Büschel eindrücken, und diese so festhalten. Er schlägt vor, die Bürsten an der Hinterseite und am Rande mit Eisen einzufassen, wo dann die Randfassung zugleich die äußere Begrenzung der äußersten Nuth abgeben kann. Fig. 225 und 226 stellen derartige Bürsten im vertikalen, 227 im horizontalen Durchschnitte dar. Fig. 226 eine Bürste mit schwalbenschwanzförmig erweiterten Nuthen a a, Fig. 225 mit inwendig schraubenförmig ausgedehnten Nuthen, in welche die Borstenbüschel c c auf die Art eingesetzt werden, daß man ein jedes in Pech oder Kitt eintaucht, es nun in die Nuth einbringt, und zwischen den Fingern, oder mit einem eigenen Instrumente oval drückt, wobei sich der Durchmesser des Büschels in der Richtung des Radius vergrößert und die Borsten sich in die schwalbenschwanzförmige Erweiterung oder die Reifen des Schraubengewindes fest eindrücken. Man setzt auf solche Weise Büschel nach Büschel ein, und drückt das nächstfolgende fest gegen das vorhergehende, bis die ganze Nuth gefüllt ist. Man ersieht diese Anordnung der ovalen Haarbündel aus Fig. 227; b b ist die eiserne Fassung.

225



226



227



Daß man bei Bürsten von nicht runder, sondern länglicher Gestalt die Nuthen geradlinig aushobeln statt ringförmig eindrehen muß, bedarf kaum der Erwähnung.

Butter. Eine in der Milch der Thiere enthaltene Fettart, die je nach den verschiedenen Thieren, ja selbst bei einem und demselben Thiere, je nach der Nahrung von verschiedener Konsistenz und verschiedenem Geschmacke vorkommt. Sie befindet sich in der Milch durch Vermittlung des Käsestoffs, vielleicht auch der übrigen Bestandtheile, im Zustande feinster Zertheilung aufgeschwemmt. Milch ist mithin eine Emulsion von Butterfett in einer Lösung von Käsestoff (Caseïn,) Milchzucker und Milchsäure. Durch mancherlei Umstände tritt eine Trennung der Butter von den übrigen Bestandtheilen der Milch ein, so z. B. durch heftiges Schütteln, wobei sich die feinen Partikeln des Fettes an einander hängen und so zu größeren Klümpchen vereinigen, die sich nunmehr aus der Emulsion abscheiden. Schon beim ruhigen Stehen findet

eine, freilich nur theilweise Trennung Statt; eine Schicht einer fettreicheren, daher dickflüssigeren, aber auch spezifisch leichteren Emulsion, der Rahm, begibt sich zur Oberfläche, während die darunter stehende Milch, zwar nicht durchsichtig und ihres Fettgehaltes ganz beraubt, aber doch weit ärmer an Fett und weniger stark getrübt als vorher, zurückbleibt. In dem Rahm also hat sich der größte Theil der Butter mit verhältnißmäßig wenig Caseïn konzentrirt, weßhalb auch ihre Abscheidung aus dem Rahm weit leichter und schneller erfolgt als aus der ganzen Milch.

Die ausführlicheren Erörterungen über die Behandlung der Milch und das Buttermachen gehören mehr in das Gebiet der Agrikultur-Chemie und müssen hier übergangen werden.

In der auf gewöhnlich übliche Art bereiteten Butter ist immer noch ein Antheil Caseïn und saurer Molken enthalten, welcher zwar bei frischer Butter die Annehmlichkeit des Geschmackes erhöht, dagegen aber auch bei längerer Aufbewahrung einen scharfen käseartigen Geschmack veranlaßt, und durch die Gegenwart der wässerigen Theile den Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffes erleichtert und das Ranzigwerden des Fettes befördert. Wenn es sich daher darum handelt, die Butter auf längere Zeit zu konserviren, so geschieht dieses am besten durch vollständige Entfernung des Rahmes und aller wässerigen Theile. Zu diesem Ende reicht es hin, die Butter bei gelinder Wärme zu schmelzen bis sie sich vollständig geklärt hat. Wenn man sie nun von den zu Boden gegangenen wässerigen Theilen vorsichtig abgießt, durch ein reines Seihtuch filtrirt und nach dem Erstarren ein wenig Salz einrührt, so kann man sie sehr lange aufbewahren, ohne daß sie einen ranzigen Geschmack annimmt, besonders wenn man sie in mehrere kleine irdene Töpfe vertheilt und diese wohlverschlossen im kühlen Keller aufbewahrt. Wünscht man der so aufbewahrten Butter beim Gebrauche den Geschmack frischer Butter zu ertheilen, so darf man sie nur mit etwas frischem Rahm durchkneten.

C.

Calomel, (Quecksilberchlorür, versüßtes Quecksilber, Mercurius dulcis). Dieses als Medikament hochwichtige Präparat kann zwar auf verschiedene Weise dargestellt werden, zeigt aber der abweichenden Bereitungsart nach verschiedene Einwirkung auf den Organismus, indem es leicht eine geringe Beimischung von Quecksilberchlorid enthalten kann, welches durch seine außerordentlich giftige Wirkung jene des an und für sich wenig giftigen Chlorürs erhöht.

Auf nassem, wenn gleich nicht dem ökonomischsten Wege kann man es aus salpetersaurem Quecksilberoxydul mittelst Kochsalz fällen; es enthält dann nicht selten eine geringe Menge basisch salpetersaures Quecksilberoxyd, welches die medizinischen Wirkungen abändert, aus welchen Gründen wir diese Bereitungsart übergehen.

Auf trockenem Wege kann das Calomel sowohl durch Sublimation eines Gemenges von schwefelsaurem Quecksilberoxydul und Kochsalz, als auch durch Sublimiren von Quecksilberchlorid (Sublimat) mit metallischem Quecksilber dargestellt werden.

Bei der ersten dieser Methoden, die auch in der Apothecarie's Hall in London befolgt wird, kocht man 140 Pfund konzentrirte Schwefelsäure in einem eisernen Kessel mit 100 Pfund Quecksilber, bis das Ganze zu einer trockenen Masse von schwefelsaurem Quecksilberoxyd eingedampft ist. Von diesem Salze werden nun 124 Pfund mit 81 Pfund metallischem Quecksilber so lange gerieben, bis keine Kügelchen mehr zu bemerken sind,

und sich das Salz größtentheils in Oxydulsalz umgeändert hat. Dieses wird nun mit 68 Pfund trockenem Kochsalz sehr innig gemengt, in einen großen steingutenen Kolben gegeben und der Sublimation unterworfen. Man erhält hierbei das Calomel in Gestalt eines in der oberen Wölbung des Kolbens ansitzenden Kuchens von krystallinisch fasrigem Gefüge, der, unter Voraussetzung der angegebenen Gewichtsmengen, 190 bis 200 Pfund wiegt, während schwefelsaures Natron auf dem Boden des Kolbens zurückbleibt. Das Sublimat wird zerschlagen, zu einem unfühlbar feinen Pulver zerrieben und mit Wasser anhaltend ausgewaschen, um jede Spur von Quecksilberchlorid aufzulösen und zu beseitigen.

Bei der Darstellung aus Quecksilbersublimat werden 4 Gewichtstheile desselben (M. s. Aetzsublimat) mit 3 Theilen Quecksilber in einem marmornen Mörser bis zum Verschwinden aller und jeder Quecksilberkügelchen, und bis das Ganze in Form eines schwarzen Pulvers erscheint, gerieben, die Masse in einen gläsernen Kolben gegeben und im Sandbade sublimirt. Der erhaltene Kuchen muß ebenfalls zerrieben und sorgfältig ausgewaschen werden.

200 Pfund Quecksilber liefern etwa 236 Pfund Calomel.

Leitet man die Dämpfe bei der Sublimation, statt sie in dem Kolben selbst zur Verdichtung kommen zu lassen, in einen verschlossenen Behälter, in welchem Wasser im Kochen erhalten wird, so schlägt sich das Calomel in Gestalt eines unendlich feinen Pulvers nieder und wird dadurch in einem Grade von Reinheit und feiner Vertheilung erhalten, wie auf keinem anderen Wege.

Bei der Bereitung des Mercurius dulcis ist es fast unmöglich, die gleichzeitige Entstehung oder Sublimation einer gewissen Menge Aetzsublimat zu vermeiden. Dieser aber wirkt so außerordentlich giftig, daß der kleinste Rückhalt desselben im Calomel die schlimmsten Folgen haben könnte; daher denn auch die Nothwendigkeit, das fertige Calomel so sorgfältig auszuwaschen.

Die Prüfung des Calomels auf eingemischten Aetzsublimat besteht darin, die Probe mit Alkohol (in welchem sich der Sublimat leicht auflöst) zu digeriren und den abgegossenen Alkohol mit einem Tropfen ätzender Kalilauge zu versetzen, wodurch bei Gegenwart von Sublimat der charakteristische ziegelrothe Niederschlag entsteht.

Um auf das oben erwähnte salpetersaure Quecksilberoxydul zu prüfen, digerirt man das Calomelpulver mit etwas höchst verdünnter Salpetersäure und prüft dann die Flüssigkeit mit Kali. Da Salpetersäure, zumal in sehr verdünntem Zustande, nicht oxydirend und auflösend auf das reine Quecksilberchlorür einwirkt, das basische Salz dagegen in neutrales verwandelt und in Auflösung bringt, so kann nur bei Gegenwart dieser Verunreinigung ein Niederschlag durch Kali entstehen.

Camphin. Unter diesem Namen ist seit einer Reihe von Jahren eine zum Brennen auf Lampen bestimmte Flüssigkeit im Handel, welche in nichts anderem, als höchst vollkommen gereinigtem Terpenthinöl besteht. Um dasselbe zu bereiten, wird Terpenthinöl mit einem Zusatz von gleichviel Wasser und $\frac{1}{200}$ frisch gelöschtem Kalk destillirt, wodurch es weit vollkommener von allen harzigen Theilen befreit wird, als bei einer einfachen Destillation ohne Kalk. Das von dem mit überdestillirten Wasser abgenommene Camphin, welches gewöhnlich durch eingemengtes Wasser trübe ist, wird mit Löschpapier (2 bis 3 Bogen auf 10 Pfund Terpenthinöl) geschüttelt, bis es ganz wasserhell ist und dann noch durch Löschpapier filtrirt.

Die von W. Young erfundene Camphin- oder von ihm sogenannte Vesta-Lampe mußte eine Einrichtung erhalten, wodurch das so außer-

ordentlich starke Rauchen der Terpenthinölflamme vermieden wurde, und sie erfüllt diese Aufgabe in der That so vollkommen, daß, wenn Alles im richtigen Zustande ist, eine ganz weiße, außerordentlich helle, intensive Flamme, ohne den geringsten Rauch entsteht, die selbst bei längerem Brennen in einem Zimmer keinen Geruch veranlaßt. Hinsichtlich der näheren Einrichtung verweisen wir auf den Artikel Lampen.

Der Gebrauch der Camphinlampen hat nur geringe Ausdehnung gewonnen, denn 1. kommt das so gewonnene Licht im Preise höher zu stehen, als das aus gewöhnlichem Oel; 2. erfordert die Instandhaltung einer solchen Lampe viel mehr Sorgfalt und Mühe, als die einer gewöhnlichen (Oel-) Lampe, und die kleinste Nachlässigkeit in dieser Beziehung hat sogleich das Rußen der Flamme und einen unerträglichen Geruch zur Folge; 3. ist das Einbringen eines neuen Dochtes bei der eigenthümlichen Konstruktion der Lampe eine mühsame Arbeit; 4. endlich ist das Camphin so außerordentlich leicht entzündlich und brennbar, daß der tägliche Gebrauch mit einiger Gefahr verknüpft ist.

Cam-wood. Ein von der Küste Sierra leona in den Handel kommendes rothes Holz, das in der Färberei Anwendung findet und dem Brasilien- oder Nikaragua-Holz wohl am nächsten steht. Es ist lebhafter roth von Farbe, als das Fernambukholz. Der Baum, welcher es liefert, heißt Baphia nitida.

Cedrat. Eine zitronenartige Frucht von sehr dicker Schale, deren Epidermis ein sehr wohlriechendes ätherisches Oel einschließt. Die Cedratfrüchte werden theils in Zucker eingemacht, theils zur Bereitung sehr guter Liköre verwendet, zu welchem letzteren Zwecke man die Früchte vor dem völligen Reifwerden pflückt und die Schale mit Branntwein extrahirt. Ein weniger gutes Verfahren besteht darin, die Schalen mit dem Branntwein einer Destillation zu unterwerfen. (M. s. „Liköre“ und „Parfümerie.“)

Cerasin. Eine von John vorgeschlagene Benennung des Pflanzenschleimes, der in mehreren Gummiarten, z. B. dem Bassora-Gummi und Traganth vorkommt und im Wasser nur aufschwillt, ohne sich zu lösen. Auch Bassorin genannt.

Cerin. Der Hauptbestandtheil des Wachses, der zu 70 bis 80 Prozent darin enthalten ist. Man behandelt das Wachs einige Zeit mit kochendem starken Weingeist, welcher den zweiten Bestandtheil des Wachses, das Myrizin, zurückläßt, während das Cerin gelöst wird, sich aber beim Erkalten der Lösung größtentheils wieder abscheidet. Es ist weiß, schmilzt bei 57° und hat fast ganz die Konsistenz von reinem gebleichtem Wachs. Es wird durch Behandlung mit ätzender Kalilauge verseift, wobei sich Margarinsäure, nebst einer indifferenten fettigen Materie, dem Ceraïn, bildet.

Salpetersäure wirkt unbedeutend auf das Cerin, mit konzentrirter Schwefelsäure erhitzt aber verkohlt es sich schnell.

Cetin. Der von Chevreul eingeführte Name zur Bezeichnung des reinen Wallrathfettes.

Chagrain. Eine Art Pergament, die sich freilich dem äußeren Ansehen nach sehr wesentlich von dem gewöhnlichen Pergamente unterscheidet. Seine Oberfläche ist mit kleinen, scharf vorspringenden, dicht

an einander gränzenden Buckeln bedeckt und dabei von einer fast hornartigen Härte. Die Farbe ist gewöhnlich schwarz, doch kommt auch anders gefärbter, selbst weißer Chagrain vor.

Das Eigenthümliche und Wesentliche der Chagrainfabrikation, die hauptsächlich in Astrachan einheimisch, in Europa dagegen außer Betrieb ist, besteht in der Erzeugung der körnigen Hervorragungen, die sich wieder auf die Eigenschaft weicher poröser Körper gründet, daß sie, in weichem natürlichen Zustande durch Zusammendrücken verdichtet und getrocknet, beim nachherigen Anfeuchten wieder zu ihrem ursprünglichen Volumen anschwellen. Gesetzt also, man brächte in einer feuchten lederartigen Substanz durch Aufdrücken einer abgerundeten Spitze einen Eindruck hervor, wobei die Substanz des Leders an dieser Stelle eine Verdichtung erleiden würde und trocknete nun das Ganze, so würde die Vertiefung auch nach dem Trocknen noch als solche vorhanden sein. Gesetzt ferner, man beschabte nun die Oberfläche, und verdünnte sie dadurch bis zur Tiefe jenes Eindrucks, so würde dieser dem Auge verschwinden und eine glatte Fläche sich darstellen. Legte man nun endlich das so behandelte Leder in Wasser, so würde es anschwellen, wobei dann die vorher zusammengedrückte, den Grund der Vertiefung bildende, mithin beim Beschaben des Ganzen nicht mit getroffene Stelle zu einer Erhöhung sich erheben müßte.

Dieß ist in der That bei der Anfertigung des Chagrains der Fall, nur daß man hier eine unzählige Menge solcher Vertiefungen und demnächstigen Erhöhungen durch Aufstreuen und Eindrücken harter Samenkörner hervorbringt.

Das Material zum Chagrain liefern Pferde-, Esel- und Kameelhäute, von denen jedoch nur gewisse Theile gebraucht werden können. Nur ein quer über den hinteren Theil des Rückens, also zunächst über der Wurzel des Schwanzes, ungefähr bis zur Mitte der Lenden herablaufendes Stück der Haut besitzt die zur Chagrainfabrikation sich eignende Struktur, und wird daher ausschließlich dazu verwandt. Die Stücke werden in Wasser aufgeweicht und auf der Fleischseite von allem anhängenden Fleisch gereinigt. Die so weit fertige Haut hat nun das Ansehen und in der That auch ganz die Beschaffenheit von weichem, ungetrocknetem Pergament, und wird zum Behuf der folgenden Hauptoperation in einem Rahmen möglichst straff ausgespannt. Man legt sie dann horizontal auf die Erde, die Narben- oder Haarseite zu oberst, bestreuet sie dicht mit den harten, glänzenden, schwarzen Samenkörnern von Chenopodium album, dort Allabuta genannt, tritt diese mit den Füßen fest in die Haut ein und trocknet sie. Die ungefähr bis zur Hälfte in die Substanz der Haut eingedrückten Körnchen lassen sich durch Schütteln und Schlagen der Rückseite leicht ablösen, und lassen, ihrer Gestalt entsprechende, Grübchen auf der Oberfläche der getrockneten Haut zurück. Indem man nun die Oberfläche der noch ausgespannten Häute mit einem scharfen messerartigen Instrumente so weit bearbeitet, daß von den Grübchen nur wenig mehr zu sehen ist, und darauf die Haut zuerst in reinem Wasser, nächstdem in einer schwachen Lauge von kohlensaurem Natron einweicht, erheben sich die kleinen Buckel, und stellen so die verlangte rauhe Oberfläche dar, worauf dann das Färben der Haut vorgenommen wird.

Die gewöhnliche Farbe ist, wie schon erwähnt, die schwarze. Man bewirkt sie, indem man die so weit fertig gekörnten Häute mit gestoßenen Galläpfeln bestreuet, und zusammengerollt einige Zeit liegen läßt (wobei sich die Oberfläche mit Gerbsäure imprägnirt) und endlich mit Eisenvitriol schwarz macht. Zum Blaufärben bedient man sich einer Art Küpe, aus Indigo, Kalk, Soda und Honig angesetzt, mit der man die Ober-

fläche mehrere Mal tränkt. Roth wird mit Kermes und Alaun gefärbt; Grün auf die rohe Art bewirkt, daß man die Haut mit Salmiak-Auflösung bestreicht, Kupferfeilspäne darauf schüttet und die Häute zusammenrollt, wo sich dann grünes basisches Chlorkupfer erzeugt, und in die Oberfläche eindringt. Um endlich weißen Chagrain darzustellen, bestreicht man die Haut mit Alaunauflösung, hierüber mit einem Mehlbrei von türkischem Weizen, spült diesen wieder mit Alaunwasser hinweg, und reibt die Haut mit Fett ein, worauf das überflüssige Fett mit heißem Wasser abgewaschen und die Haut getrocknet wird.

Chalcedon. Eine Abänderung des Quarzes, besteht demnach aus Kieselerde. Er ist halbdurchsichtig, gewöhnlich von bläulich grauer Farbe, sehr oft aber auch mit streifigen, wolkigen und anderen Farbenzeichnungen. Vom Feuerstein, mit welchem er sonst viele Aehnlichkeit hat, unterscheidet er sich durch den unvollkommen muschligen Bruch und die gewöhnlich vorhandenen Farbenzeichnungen, während der Feuerstein einfarbig zu sein pflegt. Er kommt selten krystallisirt, viel häufiger in knolligen, nierenförmigen, getropften und ähnlichen Gestalten vor. Den Farben und Farbenzeichnungen nach unterscheidet man von dem gemeinen, ziemlich einfarbigen grau gefärbten Chalcedon den Heliotrop, von dunkelgrauer, den Chrysopras von hellgrüner, den Karneol von rother, das Plasma von mittelgrüner, den Achat von bunten Farbenzeichnungen, den Onyx mit milchweißen und dunkelbraunen Streifen, den Chalcedonyx mit weißen und grauen Streifen, den Sarder von braunrother ins Gelbe ziehender Farbe, den Sardonyx von abwechselnd braunrothen und weißen Streifen, Karneolonyx von abwechselnd blutrothen und weißen Streifen. Alle hier genannten Spielarten werden zu Siegelsteinen, Stockknöpfen, Broschen, Ringen und tausend anderen Kunstsachen verarbeitet. M. s. noch den Artikel Achat.

Charpie. Anstatt der bekannten, durch Zerzupfen alter Leinwandläppchen dargestellten Charpie gebrauchen die englischen Chirurgen eine andere Art, welche man aus abgetragener und sehr rein ausgewaschener Leinwand durch Aufkratzen mittelst Tuchscheererkarden oder mittelst Drahtkratzen (Krempeln) darstellt, so daß das Gewebe sehr lose und zerreißbar wird und der Stoff auf einer Seite oder auf beiden Seiten wie rauher baumwollener Barchent aussieht. Von solcher Charpie (welche in größeren und kleineren unregelmäßigen Lappen pfundweise zum Verkaufe kommt) werden zur Anwendung Stücke in der erforderlichen Größe abgerissen und nach Erforderniß flach ausgebreitet oder zusammengeballt auf oder in die Wunde gebracht. Unter dem Namen Patent-Charpie wird in England ein eigens aus gebleichtem Leinengarne sehr locker gewebter, dann ausgewaschener und aufgerauhter Stoff fabrizirt, welchen man in pfundschweren zusammengerollten Stücken von 1 Fuß Breite und etwa 30 Fuß Länge in den Handel bringt, und der zwar höher im Preise steht, aber weicher, lockerer und wolliger ist, als der aus gewöhnlicher Leinwand bereitete.

Chemitypie wurde von ihrem Erfinder, dem Dänen Piil (1843), die Kunst genannt, Reliefdruckplatten zum Abdruck von Zeichnungen aller Art in der Buchdruckerpresse durch ein chemisches Verfahren herzustellen. Das Wesentliche des Verfahrens besteht in Folgendem: Auf einer blankpolirten Zinkplatte wird nach gewöhnlicher Weise eine Radirung und Aetzung (s. den Artikel Aetzen) oder eine Gravirung hergestellt. Die auf der Platte vertieft erscheinende Zeichnung wird nun mit gewöhnlichem Schnell-

loth (Mischung von ungefähr gleichen Theilen Zinn und Blei) oder mit Rose'schem Metall (Zusammensetzung aus 1 Theil Zinn, 1 Theil Blei, 2 Theilen Wismuth) eingeschmolzen, und dieser Ueberzug dann genau bis auf die Oberfläche des Zinks wieder weggenommen. Wenn man dann mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure ätzt, welche nur das Zink, nicht die Zinnlegirung angreift, so entsteht nothwendig ein Relief, welches auf das Genaueste die vorher vertieften Züge wieder gibt. Es ist bis jetzt im Ganzen nur geringe Anwendung von der Chemitypie gemacht worden.

Chinasilber ist der Name, welchen man den auf galvanischem Wege stark versilberten Artikeln aus Argentan gegeben hat. Theetöpfe, Milch- und Kaffeekannen, Löffel, Gabeln 2c. dieser Art sind neuerlich sehr in Gebrauch gekommen, da sie sich durch vollkommene Aehnlichkeit mit silbernen Geräthen empfehlen, und bei allmäliger Abnutzung des Silberüberzuges nicht, wie die ehemaligen silberplattirten Kupferwaaren, roth werden.

Chinin. Dieses wichtige Alkaloid wird gegenwärtig in der Medizin so häufig angewandt und in solcher Menge verbraucht, daß seine Darstellung zu einem eigenen Industriezweige herangewachsen ist. Es kommt nebst andern Pflanzenalkalien, dem Cinchonin, Aricin und anderen weniger genau erforschten Alkaloiden und nebst Chinagerbsäure, Chinasäure, Chinaroth u. a. in den verschiedenen Chinarinden, wiewohl in sehr verschiedenen Mengenverhältnissen vor. Die braune Chinarinde liefert besonders viel Cinchonin, während die Königschina, china regia, vorzugsweise Chinin enthält und daher für die Chinindarstellung die beste ist.

Man hat eine Menge verschiedener Darstellungsmethoden, bei denen die Rinde theils mit Alkohol, theils mit Säuren, theils mit Alkalien extrahirt wird. Wasser zieht im Allgemeinen nur wenig aus, indem es die in der Rinde enthaltenen neutralen Salze dieser Alkaloide, in leichtlöslichere saure und schwerlösliche basische Salze umwandelt.

Eine der bequemsten und für die Ausführung im Großen zweckmäßigsten Darstellungsmethoden besteht in Folgendem. Die nicht allzufein gestoßene Rinde wird mit verdünnter Salzsäure ausgekocht, die sauere Lösung abgegeben, durch neue Salzsäure ersetzt und damit noch zwei oder drei Male fortgefahren, worauf dann, durch Neutralisation der Säure mit Bittererde, oder wohlfeiler mit Kalkhydrat, welches man bis zur schwach alkalischen Reaktion zusetzt, Chinin und Cinchonin, wiewohl noch unrein, gefällt werden. Man läßt das Ganze nun so lange stehen, bis sich der Niederschlag nicht mehr vermehrt und sich die über demselben stehende Flüssigkeit geklärt hat, worauf man filtrirt, und den gewaschenen und getrockneten Niederschlag drei Mal mit Alkohol von 90 Prozent behandelt. Die so erhaltenen geistigen Lösungen werden vermischt und nach Zusatz von etwas Wasser der Alkohol abdestillirt, wo dann Chinin und Cinchonin zurückbleiben.

Um gleich von vorne herein eine weniger mit fremden Theilen beladene salzsaure Lösung zu erhalten, kann man auch die Rinde zuerst mit sehr verdünnter Kalilauge kochen, um alle hierin auflöslichen Theile auszuziehen und nun erst die Behandlung mit der Säure folgen lassen.

Zur Trennung des Chinins und Cinchonins bieten sich nun wieder verschiedene Wege dar, die sich auf die verschiedene Löslichkeit theils der reinen Alkaloide, theils ihrer Salze in verschiedenen Lösungsmitteln gründen. Aether z. B. löst das Chinin ziemlich leicht, das Cinchonin aber nicht und würde, wenn er nicht zu kostbar wäre, ein gutes Trennungs-

mittel darbieten. Fast ebenso verhalten sie sich gegen Alkohol, und wenn man eine gemischte geistige Lösung beider durch Abdestilliren eines Theiles Alkohol konzentrirt, so scheidet sich beim Erkalten das meiste Cinchonin aus, während das Chinin gelöst bleibt. Gewöhnlich verwandelt man beide durch Sättigung mit Schwefelsäure in schwefelsaure Salze, die sich dann durch Krystallisation scheiden lassen. Sättigt man nämlich die nach dem obigen Verfahren gewonnene, Chinin und Cinchonin enthaltende Masse mit verdünnter Schwefelsäure, löst in etwa 80 Theilen kochendem Wasser, behandelt die Lösung mit Blutlaugenkohle, filtrirt und läßt erkalten, so krystallisirt vorzugsweise nur schwefelsaures Chinin, während das Cinchoninsalz erst später oder gar erst nach theilweiser Abdampfung der Flüssigkeit sich ausscheidet. Durch mehrmaliges Umkrystallisiren gelangt man so dahin, beide Salze getrennt und ganz rein darzustellen.

Die Ausbeute ist, wie schon erwähnt, nach den verschiedenen Chinasorten sehr verschieden. Pelletier und Caventou erhielten aus einem Pfund China rubra 74 Gran Cinchonin und 107 Gr. Chinin. An schwefelsaurem Chinin rechnet man etwa 12 Theile auf 1000 Theile Rinde.

Das Chinin enthält, wie auch die übrigen Pflanzenalkalien, Stickstoff und besteht nach Liebig's Analyse aus 75,76 Kohlenstoff, 7,52 Wasserstoff, 8,11 Stickstoff und 8,61 Sauerstoff.

Das reine Chinin wird nur selten verordnet, fast allgemein dagegen bedient man sich des schwefelsauren Salzes. Dieses sowohl, wie alle übrigen bekannten Chininsalze haben einen ungemein bitteren Geschmack, der lange anhält; sie sind fast sämmtlich in Wasser, wiewohl ziemlich schwer, löslich und krystallisiren meistens in kleinen, nadelförmigen, seidenglänzenden Krystallen. Auch in Aether und Alkohol sind mehrere Chininsalze auflöslich. Die wässerige Lösung von schwefelsaurem Chinin wird durch die Alkalien zersetzt, welche das Chinin fällen. Ebenso bewirken Oxalsäure, Weinsäure und Gerbsäure einen Niederschlag. Die letztere besonders wirkt sehr kräftig, daher denn auch Galläpfel-Infusion eines der besten Reagentien ist, um die relative Reichhaltigkeit der Chinasorten an Chinin oder Cinchonin auszumitteln. Man bereitet zu dem Ende ein Dekokt der Probe mit sehr verdünnter Salzsäure und prüft mit Galläpfelinfusion. Je stärker der Niederschlag, um so reicher die China.

Das neutrale schwefelsaure Chinin kommt gewöhnlich in kleinen, durchscheinenden weißen prismatischen Krystallen vor; kann jedoch bei spontaner Verdunstung seiner Auflösung auch in größeren Krystallen erhalten werden. In kaltem Wasser ist es schwer, in kochendem ziemlich leicht löslich. Auch in heißem wasserhaltigem Spiritus löst es sich auf, fast gar nicht in absolutem Alkohol. Wenn wohl getrocknetes schwefelsaures Chinin im Dunkeln etwas über den Siedpunkt des Wassers erhitzt wird, so zeigt es eine schwache Phosphorescenz, wobei positive Elektrizität frei werden soll.

Das saure schwefelsaure Chinin (von Anderen als neutrales Salz betrachtet, während dann die vorhergehende Verbindung als basisches Salz angesehen wird) ist leichter löslich als das vorhergehende, wird aber selten angewandt.

Die Wichtigkeit und der hohe Preis des schwefelsauren Chinins haben schon vielfach zu Verfälschungen Anlaß gegeben, so z. B. ist es wohl mit Borarsäure, Margarinsäure, Zucker, Mannazucker, Gyps u. dgl. verfälscht vorgekommen. Unorganische Verfälschungen, wie Borarsäure und Gyps, lassen sich sehr leicht entdecken, wenn man eine Probe in einem Platinlöffel einäschert, was freilich bei dem Stickstoffgehalte der Kohle ziemlich langsam von Statten geht. Die unorganischen Beimengungen bleiben dann zurück. Zucker und Margarinsäure geben sich bei der Zersetzung

durch ihren eigenthümlichen Geruch zu erkennen; auch kann man Zucker durch etwas Wasser, Margarinsäure durch schwache Kalilauge oder absoluten Alkohol ausziehen. Einen Zusatz von Cinchonin erkennt man auf die Art, daß man die Probe in einem Probirgläschen mit etwas ätzendem Ammoniak und Aether schüttelt. Reines Chininsalz liefert hierbei eine klare Flüssigkeit, während Cinchonin, seiner Unlöslichkeit im Aether wegen, eine Trübung bewirkt.

Chlor. Ist ein elementarer (einfacher) Stoff, der sich durch sehr hervorragende Eigenschaften, besonders durch seine starke Affinität zu den meisten übrigen Stoffen auszeichnet.

Man bereitet es am leichtesten, indem man in einer gläsernen Retorte fein gepulverten Braunstein mit starker Salzsäure zur Konsistenz eines dünnen Breies mischt und zuerst sehr gelinde, nach und nach stärker erhitzt, wobei das Chlor in Gestalt eines grünlich gelben, sehr erstickend riechenden Gases entweicht und in der bekannten Art über Wasser aufgefangen werden kann. Statt der Salzsäure wird häufig, wo diese nicht wohlfeil zu erlangen ist, auch eine Mischung von verdünnter Schwefelsäure und Kochsalz genommen, am besten in dem Verhältniß von 3 Theilen Kochsalz, 2 Theilen Braunstein, 2 Theilen Schwefelsäure und 2 Theilen Wasser; doch geht die Entwickelung mit Salzsäure leichter und schneller von Statten.

Das Chlor ist ein Gas von grünlich gelber Farbe, sehr scharfem erstickendem Geruch und einem großen specifischen Gewicht = 2,47. Durch einen Druck von 4 Atmosphären kann es zu einer gelben tropfbaren Flüssigkeit verdichtet werden, was dagegen durch bloße Kälte noch nicht erreicht ist. Wasser absorbirt bei mittlerer Temperatur und dem gewöhnlichen Luftdruck etwa sein doppeltes Volumen Chlorgas und nimmt dadurch die Farbe, den Geruch und Geschmack des Gases an, so wie auch die Eigenschaft, organische Substanzen, besonders Farbstoffe zu zerstören und zu bleichen. Beim Abkühlen von gesättigtem Chlorwasser auf etwa 2° bilden sich dunkelgelbe krystallinische Blättchen von Chlorhydrat, die beim darauf folgenden Erwärmen auf 7° schmelzen, wobei das Chlor in Gasgestalt entweicht. Das Chlorgas affizirt beim Einathmen die Nase, die Luftröhre und Lunge ungemein stark und ist eine der allergefährlichsten Gasarten, da es, im reinen unverdünnten Zustande eingeathmet, augenblicklich den Tod herbeiführt. In kleinerer Dosis geathmet, verursacht es eine schmerzhafte Trockenheit in der Luftröhre, heftigen Husten, der leicht bis zum Blutauswerfen sich steigert. Als Gegenmittel wird gewöhnlich das Einathmen von Ammoniak empfohlen, doch kann durch die ebenfalls heftige Wirkung des letzteren das Uebel selbst noch verschlimmert werden. Sofortiges und häufiges Einathmen von frischer Luft im Freien leistet gewiß die besten Dienste.

Das Chlor besitzt, wie schon erwähnt, große Affinität zu fast allen übrigen einfachen Stoffen, die größte aber zum Wasserstoff. Beide Gasarten, zu gleichen Raumtheilen gemischt, explodiren bei der Entzündung, sowie durch Einwirkung der direkten Sonnenstrahlen, und verbinden sich zu Chlorwasserstoff oder Salzsäure. Mit Chlor gesättigtes Wasser dem Tageslichte ausgesetzt, verliert nach einigen Tagen alles Chlor, indem sich dasselbe mit Wasserstoff des Wassers verbindet, während der ausgeschiedene Sauerstoff sich theils als Gas entwickelt, theils auch mit Wasser zu Wasserstoffsuperoxyd verbindet. Im direkten Sonnenlichte ist dieser Vorgang viel schneller, und es ist daher Regel, das Chlorwasser stets im Dunkeln aufzubewahren.

Aus der großen Verwandtschaft des Chlors zum Wasserstoff erklärt sich

die energisch zerstörende Einwirkung auf organische Verbindungen, welche ja sämmtlich Wasserstoff enthalten und indem sie denselben an das Chlor abgeben, eine Entmischung erleiden. Ein brennendes Licht in Chlorgas gebracht, verlöscht nicht, sondern brennt mit kleiner rother, stark rußender Flamme fort, indem bei der Vereinigung des Chlors mit dem Wasserstoff des Fettes sich eine bis zum Glühen steigende Hitze entwickelt.

Trocknes Chlorgas wirkt auf die Pigmente weniger zerstörend als Chlorwasser, daher denn auch, ganz abgesehen von anderen Gründen, das Chlorgas als solches nie zum Bleichen verwendet wird. Aber selbst das Chlorwasser findet als Bleichmittel sehr beschränkte Benutzung, theils wegen seiner allzuheftigen Einwirkung, die leicht der Festigkeit der Stoffe schädlich werden kann, theils auch wegen des den Arbeitern so höchst gefährlichen Chlorgeruches. Viel zweckmäßiger sind dazu die in den nächstfolgenden Artikeln abgehandelten Präparate, welche, obgleich unterchlorigsaure Salze, doch in ähnlicher Weise wie das Chlor, nur nicht so heftig wirken.

In ähnlicher Weise, wie auf die Farbstoffe wirkt das Chlor auf die meisten Rohstoffe organischen Ursprungs, so wie auf ansteckende Miasmen. Das Räuchern mit Chlor wird am leichtesten auf die Art bewerkstelligt, daß man an dem Orte, dessen Luft desinficirt werden soll, im Verhältniß seiner Größe einen oder mehrere Teller aufstellt, in welchen etwa ¼ Pfund guter frischer Chlorkalk mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt und sodann mit einer kleinen Menge, etwa einem Theelöffel voll, Schwefelsäure vermischt, wodurch sogleich eine heftige Entwicklung von Chlor oder vielmehr unterchloriger Säure eintritt. Wenn nach einiger Zeit sich kein Chlor mehr entwickelt, so ruft ein neuer Zusatz von Schwefelsäure sogleich wieder eine neue Gasentwickelung hervor.

Um Kleidungsstücke zu desinfiziren, legt man sie etwa 12 Stunden lang in eine sehr verdünnte Auflösung von Chlorkalk, welche dem Gewichte nach etwa 1 Prozent Chlorkalk enthält, mit der Vorsicht, die Stoffe überall von der Flüssigkeit wohl bedeckt zu erhalten und sie nach beendigter Behandlung aufs Sorgfältigste zu waschen. Gefärbte oder gedruckte Stoffe würden natürlich ganz oder theilweise gebleicht aus dem Bade kommen.

Das Chlorwasser findet selbst in der Medizin, z. B. bei Nervenfiebern, beim Scharlach u. A. als innerliches Heilmittel bedeutende Anwendung, und kaum sollte man glauben, daß ein Kranker es in so bedeutender Stärke und so großen Dosen ohne Gefahr verschlucken könne, wie doch der Fall ist.

Chlorkali und Chlornatron. Wenn Chlorgas mit einer Auflösung von Kali oder Natron zusammenkommt, so wird es absorbirt, und man glaubte früher, daß eine direkte Verbindung des Chlors mit dem Alkali eintrete, daher die Namen. Es ist aber gegenwärtig mit ziemlicher Gewißheit erwiesen, daß sich die Hälfte des Chlors zu unterchloriger Säure oxydirt und mit der Hälfte des Alkali zu einem unterchlorigsauen Salze zusammentritt, während die andere Hälfte des Chlors mit der metallischen Grundlage der anderen Hälfte des Alkali sich verbindet. Das sogenannte Chlorkali ist demnach ein Gemenge von unterchlorigsaurem Kali mit Chlorkalium.

Um diese Präparate darzustellen, können zwei Wege eingeschlagen werden: 1. Einleiten von Chlorgas in Kali- oder Natronlauge. 2. Zersezzung von Chlorkalk mit kohlensaurem Kali oder Natron. Eine dritte Bereitungsart, das Einleiten von Chlorgas in eine Lauge von kohlensaurem Kali oder Natron, gibt ein zwar ähnliches, aber doch in so fern

abweichendes Produkt, als die ausgetriebene Kohlensäure sich mit der Hälfte des Alkali zu doppelt kohlensaurem Kali oder Natron vereinigt, also dieses letztere Salz in der Auflösung enthalten ist. Wollte man diesen Punkt überschreiten und durch fortgesetztes Hindurchleiten von Chlor die Kohlensäure austreiben, so ändert sich der Vorgang dahin ab, daß nicht unterchlorigsaures, sondern chlorsaures Kali und Chlorkalium entsteht.

Um Chlorkali zu bereiten, werden 100 Gewichtstheile starker Chlorkalk in 1800 Theilen Wasser aufgelöst, zum Absetzen des ungelöst gebliebenen Rückstandes hingestellt, die ziemlich klare Lösung abgegossen, der Rückstand mit etwas Wasser nachgespült und nun eine Auflösung von 67 Theilen kohlensaurem Kali in wenig heißem Wasser zugesetzt. Es entsteht ein Niederschlag von kohlensaurem Kalk, welchen man durch Filtration abscheidet und einige Male mit warmem Wasser auswäscht. Um das unterchlorigsaure Kali vor der allmäligen Selbstentmischung zu bewahren, setzt man der gewonnenen Flüssigkeit noch 32 Theile kohlensaures Kali zu.

Man bedient sich desselben zum Bleichen. Die unter dem Namen Bleich- oder Fleckwasser (Eau de Javelle) im Handel vorkommende Flüssigkeit wird gewöhnlich auf die hier gegebene Art bereitet, zuweilen aber auch aus Chlor und kohlensaurem Kali, in welchem Falle sie dann, wie schon erwähnt, auch doppelt kohlensaures Kali enthält.

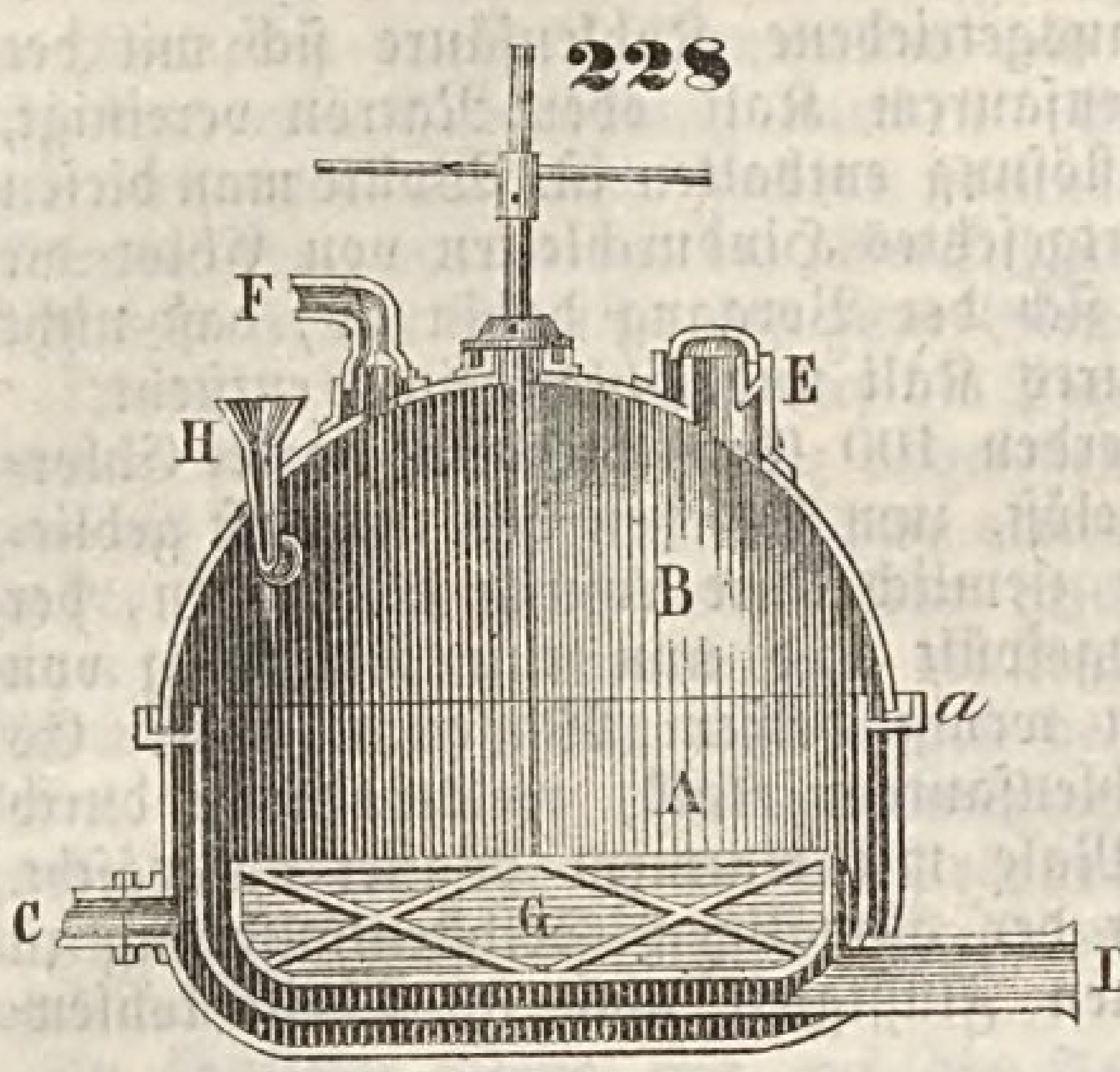
Chlornatron wird ganz auf dieselbe Art gewonnen, indem man auf 100 Theile Chlorkalk 138 Theile krystallisirtes kohlensaures Natron anwendet und nach der Zersetzung noch 62 Theile desselben zusetzt.

Die Wirkung des Chlornatrons ist ganz dieselbe, wie die des Chlorkali; da es aber wegen des so niedrigen Preises der Soda wohlfeiler hergestellt werden kann, so findet es häufigere Anwendung, wie denn auch das im Handel vorkommende Bleichwasser gewöhnlich Chlornatron ist. Es führt im Französischen den Namen Eau de Labarraque.

Chlorkalk oder **Bleichpulver,** durch Sättigung von Kalkhydrat mit Chlor erhalten, besteht aus unterchlorigsaurem Kalk mit Chlorkalzium und Kalkhydrat gemengt. Er wird sehr im Großen dargestellt, und zwar ist seine Fabrikation häufig mit der von Soda verbunden, weil die bei dieser letzteren als Nebenprodukt entstehende Salzsäure durch Verwendung zur Chlorbereitung vortrefflich zu Gelde gemacht werden kann. Tennant in Glasgow stellte zuerst im Jahre 1798 den Chlorkalk im Großen dar und benutzte ihn zum Bleichen von Baumwolle; seitdem hat sich seine Fabrikation über alle Länder verbreitet. Sie zerfällt in zwei Theile, die Bereitung des Chlors und die Sättigung von Kalkhydrat mit demselben.

a) Bereitung des Chlors. Die Chlorbereitung im Großen bietet wegen der dazu tauglichen Gefäße Schwierigkeiten dar. Da Glasgefäße zu zerbrechlich, auch nicht in hinlänglicher Größe zu haben sind, irdene Gefäße aber bis auf die letzteren Jahre auch nicht in genügender Größe angefertigt wurden, so bedient man sich am häufigsten bleierner Chorentwickelungsapparate, wie ein solcher in Fig. 228 im Durchschnitt dargestellt ist. Er besteht aus zwei Theilen, einem unteren flachen und einem luftdicht damit verbundenen halbkugelförmigen oberen. Der untere, A, aus dickem Blei gegossen, hat am oberen Rande eine ringförmige Rinne oder Nuth a, in welche der Rand der oberen Kuppel B eingesetzt und durch eingegossenes Wasser luftdicht geschlossen wird. Der untere Theil ist ferner mit einem eisernen Mantel umgeben, in welchen die Dampfzuleitungsröhre C einmündet, während das von dem Bleigefäße ausgehende Rohr D zum Ablassen der rückständigen Flüssigkeit dient. Der obere Theil B enthält eine weite, durch einen Deckel verschließbare Oeffnung E

228

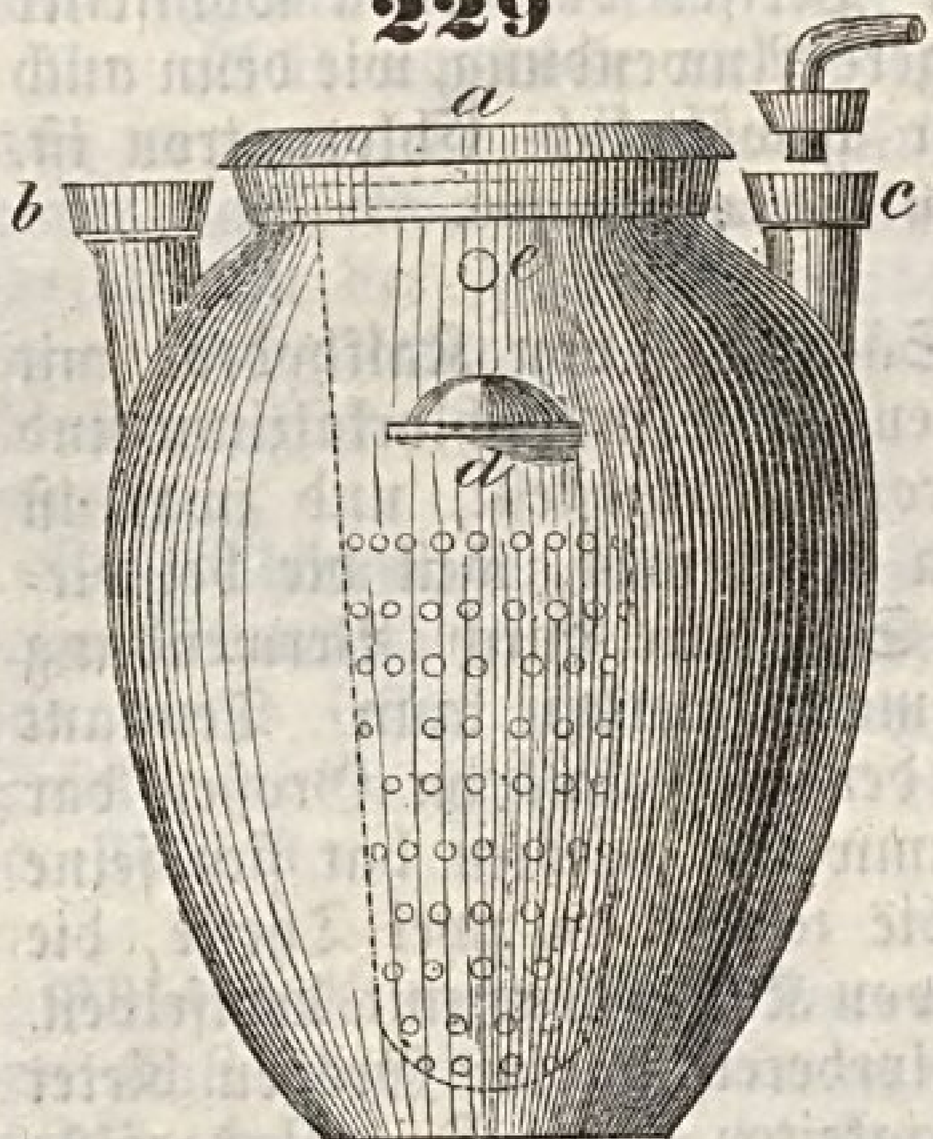


zum Einbringen der Materialien und zum Reinigen; F ist die Gasleitungsröhre und G eine Rührvorrichtung von mit Blei überkleidetem Eisen. Alle diese Oeffnungen werden durch Wasser gedichtet. H der Trichter zum Eingießen der Säure.

Da aber auch das dickste Blei mit der Zeit vom Chlor zerfressen wird, solche Bleiapparate also außer ihrer Kostbarkeit nicht ein Mal von langer Dauer sind, so hat man in einigen Fabriken große, aus einem recht dichten Sandstein gehauene und mit einem aufgekitteten steinernen Deckel versehene runde Gefäße dazu hergerichtet, welche ebenfalls durch Wasserdampf von Außen geheizt werden.

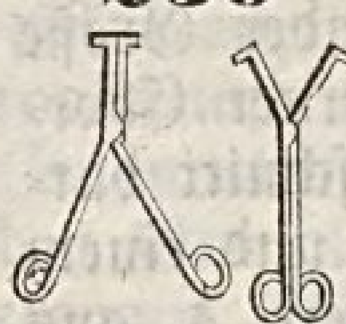
Unstreitig die dauerhaftesten und in jeder Beziehung besten Gefäße zur Chlorentwickelung sind irdene, also aus Thon hartgebrannte, wie sie gegenwärtig in mehreren Fabriken von Thonwaaren, besonders gut in der von March zu Charlottenburg bei Berlin und der von Greßler zu Erfurt zu verhältnißmäßig niedrigen Preisen verkauft werden. Diese Gefäße sind von 20 bis zu 200 Quart (640 Pfund Wasser) Inhalt zu haben und kosten nur 15 Rthlr. Fig. 229 zeigt ein solches Gefäß. Zur Aufnahme des Braunsteins, der in kleinen Stücken (nicht als Pulver) angewandt wird, dient ein, in der Figur durch punktirte Linien angedeuteter, ebenfalls irdener, siebartig durchlöcherter Trichter, welcher in die weite Oeffnung des Gefäßes eingehängt wird, worauf man den aufgeschliffenen Deckel a schließt. Die eine der Seitenöffnungen, b, dient zum Eingießen der Säure, die andere, c, zur Befestigung des bleiernen Gasleitungsrohres; d Handgriffe an beiden Seiten. Um den innern, mit Braunstein gefüllten, daher sehr schweren Trichter bequem handhaben zu können, gibt man ihm bei e weite Löcher, in welche man mit einer Zange Fig. 230 einfaßt.

229

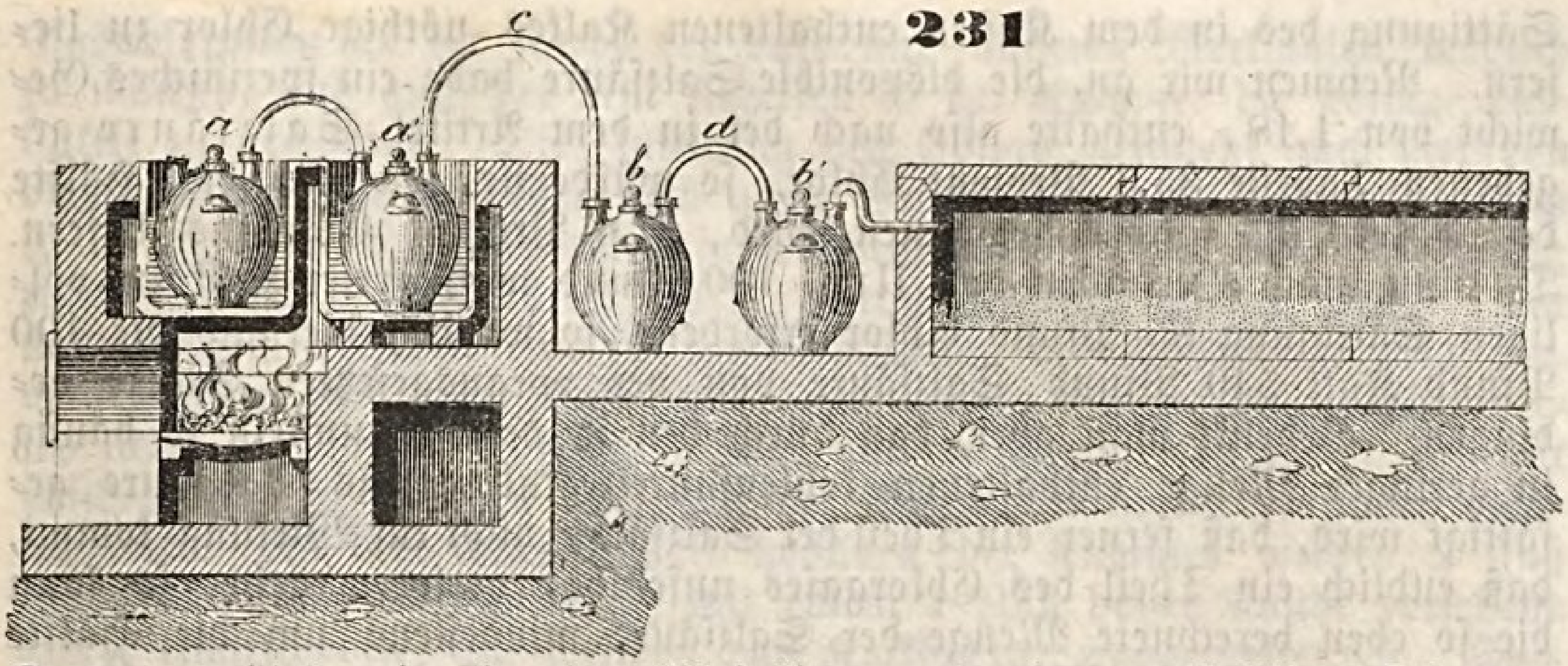


b. Sättigung des Kalkes. Der hierzu bestimmte gebrannte Kalk wird mit so vielem Wasser begossen, daß er sich zu einem ganz trockenen staubigen Pulver löscht; ein Ueberschuß von Wasser ist sorgfältig zu vermeiden, weil sonst das Fabrikat feucht ausfällt. Zur Sättigung mit Chlor ist zwar weiter nichts nöthig, als das Gas mit dem Kalkhydrat in Berührung zu bringen, von welchem es schnell und begierig unter Erwärmung absorbirt wird. Um jedoch auch im Großen die Sättigung möglichst vollständig zu erreichen, muß man dafür sorgen, den Kalk in niedrigen Schichten mit großer Oberfläche dem Zutritt des Gases darzubieten. Zweckmäßig geschieht dieses in der in Figur 231 abgebildeten Vorrichtung. a a sind zwei Chlorentwickelungs-Apparate in eisernen, mit Wasser gefüllten Kesseln, welche entweder, wie hier, in einem Ofen oder auch durch Dampf erhitzt werden.

230



231



Das aus diesen durch eine Bleiröhre verbundenen Gefäßen sich entwickelnde Chlor geht nun zuerst durch zwei Reinigungsgefäße b, b', welche Wasser enthalten und das Gas von den beigemischten salzsauren Dämpfen reinigen, zugleich auch eine Kühlung bewirken. Das Bleirohr c reicht in die Flasche b so weit hinein, daß es ein wenig in das Wasser eintaucht, ebenso tief reicht auch das Bleirohr d in die Flasche b'. Die Röhren tief eintauchen zu lassen, ist nicht rathsam, weil dadurch ein verstärkter Druck entsteht, in Folge dessen fast unvermeidlich durch zufällige Undichtigkeiten der Apparate Chlor entweicht. Das so gereinigte Gas gelangt entweder durch ein kurzes Rohr direkt in die Absorptionskammer, oder durchläuft erst eine lange frei liegende Röhrenleitung, um noch weiter abzukühlen und durch Absetzen von Wasser trockner zu werden.

Wünscht man ein recht vollkommen trockenes Präparat zu erhalten, so ist dieses auf die Weise zu erreichen, daß das Chlorgas vor seinem Eintritt in die Kammer von unten in einen mit Kokesstückchen gefüllten Bleizylinder und von oben weiter in die Kammer strömt. Ueber diese Kokesfüllung wird konzentrirte Schwefelsäure langsam herablaufen gelassen, welche das Chlor trocknet. Daß die mit dem aufgenommenen Wasser beladene Schwefelsäure wieder konzentrirt und daher zu demselben Zweck immer wieder gebraucht werden kann, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Der Absorptionskasten wird am besten von Sandsteinplatten zusammengesetzt, die man mit Asphalt oder besser mit einem Kitt von Pech, Harz und gebranntem Gyps verkittet; er hat am hinteren Ende eine niedrige spaltförmige Oeffnung, die sich der ganzen Breite nach forterstreckt und mit einem möglichst genau schließenden Schieber verschlossen ist. Sie dient zum Einbringen des Kalkes mittelst einer eigenthümlich konstruirten Schaufel. Dieselbe ist von Eisenblech und bildet einen großen, sehr flachen Kasten mit beweglichem Boden, der auf zwei kleinen Rädern ruht und mittelst eines langen Stieles durch die erwähnte Oeffnung in den Absorptionskasten gebracht wird. Man füllt ihn mit Kalk, bringt ihn in den Kasten, schiebt ihn bis zu der mit Kalk zu bedeckenden Stelle und zieht nun durch einen Draht den Boden zurück. Dieselbe Oeffnung dient auch dazu, während der Arbeit den Kalk von Zeit zu Zeit mit einer Harke zu wenden und nach beendigter Sättigung den Chlorkalk aus dem Kasten zu ziehen, worauf er sogleich verpackt werden muß. Je dünner die Schicht des Kalkhydrates, um so vollständiger erfolgt die Sättigung, und man sollte daher eine Höhe von etwa 3 Zoll nicht überschreiten.

Die Zahl der Gasentwicklungsapparate richtet sich natürlich nach der Größe des Kastens, und es ist bei Kästen von beträchtlicher Größe nöthig, mehrere Apparate, jeden zu vier Gefäßen, neben einander aufzustellen. Es sollte hierbei das Verhältniß so getroffen werden, daß die in den Entwickelungsgefäßen enthaltene Salzsäure gerade hinreicht, das zur

Sättigung des in dem Kasten enthaltenen Kalkes nöthige Chlor zu liefern. Nehmen wir an, die disponible Salzsäure habe ein spezifisches Gewicht von 1,18, enthalte also nach der in dem Artikel Salzsäure gegebenen Tabelle 35,3 Prozent Chlor, so würde sie, da nur die Hälfte des Chlors als solches gewonnen wird, 17,6 Prozent Chlorgas liefern. Da nun, nach Versuchen von Ure, 100 Pfund wasserfreier Kalk zur völligen Sättigung 85 Pfund Chlor erfordern, so würden hiernach die 100 Pfund Kalk 540 Pfund Salzsäure von der vorausgesetzten Stärke bedingen. Bedenkt man aber, daß durch den in dem Braunstein so häufig in geringer Menge enthaltenen kohlensauren Kalk etwas Salzsäure gesättigt wird, daß ferner ein Theil der Salzsäure nicht zur Wirkung kommt, daß endlich ein Theil des Chlorgases unfehlbar verloren geht, so kann die so eben berechnete Menge der Salzsäure mindestens um die Hälfte höher, also auf 810 Pfund veranschlagt werden. Da nun die erwähnten großen Entwicklungsgefäße einen Inhalt von 200 Quart besitzen, so können sie etwa zu $^2/_3$ gefüllt, 500 Pf. Salzsäure aufnehmen, und es würde somit ein jedes derselben zur Sättigung von 62 Pfund Kalk hinreichen. Von dem in dem Trichter enthaltenen Braunstein wird nur ein Theil aufgelöst, der Rest aber bei der nächsten Operation mit zugenommen.

Sehr wichtig ist es, die Entwickelung des Chlorgases so langsam zu bewerkstelligen, daß sich der Kalk nicht merklich erwärmt, indem sonst ein Theil des gebildeten Chlorkalkes in chlorsauren Kalk übergeht, welcher nicht die geringste Bleichkraft besitzt.

Wenn das Chlor aus Kochsalz, Schwefelsäure und Braunstein bereitet wird, so sind erfahrungsmäßig auf 100 Pfund wasserfreien Kalk 143 Pfund Kochsalz, 200 Pfund Braunstein und 257 Pf. Schwefelsäure von 1,65 spezifischem Gewicht erforderlich, aus welchen dann 214 Pfund Chlorkalk erfolgen. Dabei ist übrigens zu bemerken, daß die Fabrikanten den Chlorkalk nicht immer im ganz gesättigten Zustande in den Handel bringen, sondern ihn nach Graden der Stärke verkaufen. (M. s. Chlorometrie.)

Wie schon erwähnt, darf die Sättigung nur langsam vor sich gehen, und zwar muß bei großen Quantitäten, wo die Erhitzung höher steigt, die bis zur Sättigung verstreichende Zeit sich auf wenigstens 4 Tage erstrecken, wogegen kleinere Mengen von einigen Zentnern in 18 bis 20 Stunden fertig gemacht werden können.

Statt der im Vorhergehenden beschriebenen niedrigen flachen Sättigungskammern kommen häufig auch andere Apparate zur Anwendung. So findet man in vielen Fabriken große zylindrische Behälter von Sandstein, die aus mehreren mit Asphalt oder Thon verbundenen Stücken zusammengesetzt und vertieft so eingegraben sind, daß die obere Oeffnung in dem Niveau des Bodens liegt. Sie haben oben eine Oeffnung von der Weite, daß sie zum Einbringen des Kalkhydrates und zum Ausziehen des fertigen Chlorkalkes hinreicht. Das Chlorgas tritt von oben ein, und senkt sich in Folge seiner Schwere auf den am Boden ausgebreiteten Kalk herab.

In vielen Fabriken bedient man sich noch großer, aus Platten von Quarzsandstein oder aus hartgebrannten Mauersteinen gemauerter Kammern, wobei als Mörtel eine Mischung von gleichen Theilen Pech, Harz und trockenem Gyps dient. Diese Kammern sind oft von bedeutender Größe, z. B. 30 Fuß lang, 20 Fuß breit und 10 Fuß hoch. Sie haben an der einen Seite eine Thür, die durch Tucheggen und Bestreichen mit Thonbrei verschlossen werden kann.

Zweckmäßig ist es, der Kammer zwei einander gegenüber befindliche, fest verkittete Fenster zu geben, um die Beobachtung des Fortschrittes der

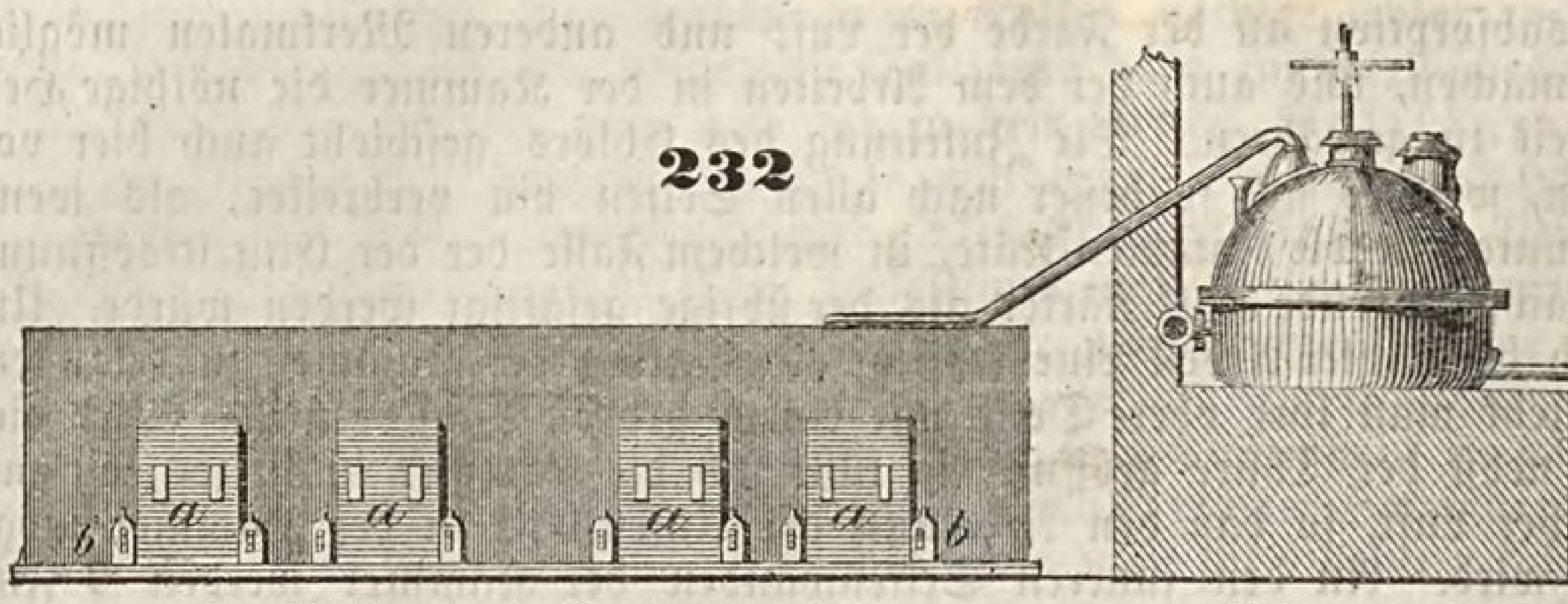
Gasabsorption an der Farbe der Luft und anderen Merkmalen möglich zu machen, und auch bei dem Arbeiten in der Kammer die nöthige Helligkeit zu gewähren. Die Zuleitung des Chlors geschieht auch hier von oben, weil es sich so besser nach allen Seiten hin verbreitet, als wenn es unten in die Kammer träte, in welchem Falle der der Eintrittsöffnung zunächst liegende Kalk stärker als der übrige gesättigt werden würde. Um nach beendigter Arbeit eine kräftige Ventilation der Kammer zu erlangen, versieht man ihre obere Decke mit einem großen Wasserventil. Wird dieses nebst der Thüre geöffnet, so füllt sich die Kammer in kurzer Zeit mit frischer Luft, so daß den Arbeitern der Aufenthalt in der Kammer möglich wird. An den inneren Seitenwänden der Kammer werden 2 Fuß breite und 8 bis 10 Fuß lange, mit einem 1 Zoll hohen Rande versehene Börte eingeschoben, auf welchen das Kalkhydrat ausgebreitet ist. Solcher Börte werden mehrere über einander bis zu einer Höhe von 5 bis 6 Fuß angebracht, so daß zwischen je zweien ein Zwischenraum von etwa ½ Fuß bleibt. Man bringt nun zuerst die Hälfte der mit Kalk bedeckten Börte in die Kammer, verschließt sie, und läßt 2 Tage lang Chlor einströmen. Nach Verlauf dieser Zeit wird die Kammer gelüftet, worauf ein Arbeiter hineingeht, um die zweite Hälfte der Börte, mit frischem Kalk belegt, zwischen die ersten einzuschieben und zugleich den halbfertigen Chlorkalk der ersten umzustechen. Die Thüre wird nun wieder verschlossen und abermals 2 Tage lang Chlor entwickelt, die Kammer dann wieder gelüftet, der nun fertige Chlorkalk der ersten Hälfte der Börte gleich in der Kammer selbst in Fässer gefüllt, die Börte mit frischem Kalk belegt wieder eingesetzt, u. s. f., so daß alle 2 Tage die Kammer geöffnet, die seit 4 Tagen in ihr gewesenen Börte entleert und neu beschickt werden. Der Vortheil dieses Verfahrens liegt darin, daß die Absorption des Chlors in den ersten Stadien des Prozesses, so lange der Kalk erst wenig davon aufgenommen hat, weit rascher vorrückt, als gegen das Ende, daher es denn auch dort, wo die Kammer jedes Mal nach 4 Tagen g a n z entleert und wieder neu besetzt wird, nöthig ist, die Chlorentwicklung im Anfange rascher als gegen das Ende zu betreiben, und beim Oeffnen der Kammer viel Chlor verloren zu geben, indem gegen das Ende des Prozesses die Absorption durch den fast gesättigten Kalk sehr langsam von Statten geht, und wollte man die gänzliche Verschluckung des vorhandenen Chlors abwarten, die Kammer vielleicht noch mehrere Tage ruhen müßte.

Ungeachtet dieser Vortheile ist die eben beschriebene Verfahrungsart nur wenig gebräuchlich, weil es bei ihr nicht möglich ist, den Chlorkalk von beliebiger stets gleicher Sättigung zu erhalten, vielleicht auch, weil das häufige Ausnehmen und Einsetzen so vieler Börte eine sehr mühsame Arbeit ist. Weit häufiger sind die Kammern ohne Börte, so daß der Kalk nur auf dem unteren Boden ausgebreitet wird. Solche Kammern dürfen dann nur etwa 6 Fuß oder gerade so hoch sein, daß die Arbeiter darin aufrecht stehen können. Um den in einer 3 bis 4 Zoll hohen Schicht eingelegten Kalk in allen Theilen gleichmäßig zu sättigen, ist es nöthig, ihn häufig mit breiten Harken durchzuarbeiten, deren Stiele durch mit Kalk gefüllte Oeffnungen oder Stopfbüchsen hindurchgehen, und so von Außen gehandhabt werden können.

Fig. 232 zeigt die schmale Vorderseite einer Kammer mit vier Abtheilungen, deren jede aus einem besonderen Entwickelungsapparat mit Chlor gespeist wird. In der Zeichnung ist nur einer dieser bleiernen Entwickelungsapparate von der oben erläuterten Einrichtung abgebildet. a a die Thüren, jede mit 2 Fenstern, b b die Stopfbüchsen für die Harkenstiele.

Außer dem festen pulverförmigen Chlorkalk läßt sich auch ein ähnliches

232



Präparat in flüssigem Zustande darstellen, wenn man Chlor in Kalkmilch einleitet, wobei sich der Kalk mit einer noch größeren Menge Chlor verbindet, als es bei dem trockenen Kalkhydrat der Fall ist. Dieser größeren Stärke wegen kann in einzelnen Fällen dem flüssigen Chlorkalk der Vorzug vor dem trockenen gebühren, obwohl überall da, wie namentlich bei der Anwendung als Bleichmittel, wo eine starke Verdünnung nöthig ist, dieser Vorzug hinwegfällt. Als Handelsartikel wird er seines flüssigen Zustandes wegen nie in Aufnahme kommen, weil sich flüssige Körper schon im Allgemeinen zum Transporte weniger eignen als feste, und man beim flüssigen Chlorkalk eine große Menge Wassers unnöthiger Weise mit zu transportiren hat.

Durch Auflösen von trockenem Chlorkalk in Wasser entsteht zum höchsten eine Lösung von 6° B., während flüssig bereiteter Chlorkalk 8 bis 9° B. zeigt.

Trotz des ziemlich niedrigen Preises, etwa 4 bis 5 Rthlr. der Zentner, zu welchem der Braunstein aus dem Handel bezogen werden kann, verursacht er dennoch bei der Fabrikation des Chlorkalkes im Großen die Hauptauslage, und man hat sich deßhalb mehrfach bemüht, das aufgelöste Mangan aus der fast werthlosen Lösung im Zustande von Superoxyd wieder zu gewinnen, was jedoch bis jetzt nur auf einem weitläufigen und kostspieligen Wege möglich war. Dagegen sind verschiedene Mittel zur Erzeugung von Chlor ohne Braunstein vorgeschlagen, unter welchen sich das von Charles Dunlop erfundene durch die sinnreiche Idee auszeichnet. Er bereitet ein Gemenge von Kochsalz und salpetersaurem Natron (Chili-Salpeter), und erhitzt es mit Schwefelsäure. Durch die Wechselwirkung der hierbei frei werdenden Salz- und Salpetersäure wird Chlor und salpetrige Säure entwickelt, welche er nun durch konzentrirte Schwefelsäure leitet. Diese absorbirt die salpetrige Säure und läßt das Chlor hindurch, welches in die Chlorkalkkammer geleitet wird. Hierauf treibt er atmosphärische Luft durch die Schwefelsäure, wodurch sich die salpetrige Säure zu Salpetersäure oxydirt. Das so erhaltene Gemisch von Schwefel- und Salpetersäure läßt er nun auf bloßes Kochsalz, ohne Chilisalpeter, einwirken, wodurch wieder Chlor und salpetrige Säure entstehen, u. s. f. Sollte dieser Prozeß im Großen ohne bedeutenden Verlust an salpetriger Säure ausgeführt werden können, so würde in der That nichts weiter wie Kochsalz und Schwefelsäure verbraucht werden, und da das so gewonnene Glaubersalz zur Sodafabrikation benutzt, also vollkommen verwerthet werden kann, so würden sich die Kosten der Chlorbereitung, abgesehen von Feuerung und Arbeitslohn, auf Null reduziren.

Eigenschaften des Chlorkalks. Er bildet, gut bereitet, ein weißes, trockenes, obwohl nicht eigentlich staubiges Pulver von einem schwachen chlorartigen Geruch. Im Wasser löst sich der unterchlorigsaure Kalk nebst dem Chlorkalzium auf, während Kalkhydrat ungelöst zurückbleibt.

Dem freien Zutritt der atmosphärischen Luft dargeboten, wird der unterchlorigsaure Kalk durch die Kohlensäure der Luft allmälig zersetzt, weßhalb er in gut schließenden Fässern aufzubewahren ist. Wird die Auflösung längere Zeit gekocht, so verwandelt sich der unterchlorigsaure Kalk in chlorsauren Kalk, wodurch die bleichende Wirkung verloren geht. Dieselbe Selbstentmischung tritt auch bei langer Aufbewahrung ein, weßhalb frisch bereiteter Chlorkalk dem alten vorzuziehen ist. Wird seine Lösung mit stärkeren Säuren, als Schwefelsäure, Salzsäure u. a. versetzt, so entwickelt sich die unterchlorige Säure in Menge, man hat es daher bei Anwendung des Chlorkalkes in seiner Gewalt, die Wirkung beliebig zu verstärken, indem man ihm mehr oder weniger Säure zufügt.

Der Chlorkalk dient vorzugsweise zum Bleichen von Baumwolle, Leinen und Papier, zur Bereitung von Chlorkali und Chlornatron, zur Darstellung von chlorsaurem Kali, zu Räucherungen bei ansteckenden Krankheiten (in diesem Falle mit Wasser und Schwefelsäure gemischt) und mehreren anderen Zwecken.

Chlornatron siehe Chlorkali.

Chloroform. Eine in mehrfacher Beziehung sehr interessante, ihrer Natur nach den Aetherarten sich anschließende Flüssigkeit. Der Name bezieht sich auf die Bestandtheile Formyl und Chlor, worüber das Nähere sogleich besprochen werden soll. Es entsteht durch Einwirkung von Chlorkalk auf Weingeist, Essigsäure und mehrere andere diesen nahestehende organische Verbindungen.

Unter den verschiedenen Bereitungsarten des Chloroforms scheint sich die von Böttger angegebene durch Wohlfeilheit und reichliche Ausbeute vortheilhaft auszuzeichnen, weßhalb wir sie hier beschreiben wollen. Gleiche Gewichtstheile Chlorkalk, der kein freies Chlor enthalten darf, sondern nur den bekannten faden Geruch nach unterchloriger Säure besitzen muß, und krystallisirtes reines essigsaures Natron werden in einer Reibschale recht innig in fein pulverisirtem Zustande mit einander gemengt, hierauf in eine irdene, porzellanene oder eiserne Retorte gebracht und bei starkem Kohlenfeuer der Destillation unterworfen. Die Destillation, die ohne das mindeste Aufblähen oder Steigen der Masse von Statten geht, wird so lange fortgesetzt, bis kein Tropfen Flüssigkeit mehr übergeht. Als Destillat gewinnt man eine bedeutende Quantität verdünntes Aceton und eine geringe Menge gelblich gefärbtes Chloroform; ersteres lagert wegen seines geringeren spezifischen Gewichtes über letzterem. Von 1 Pfund essigsaurem Natron und ebensoviel Chlorkalk erhält man 12 Unzen wässeriges Aceton und etwa 1¼ Loth Chloroform. Man saugt nun mittels eines Stechhebers das Chloroform auf und bringt es in ein trockenes Glas, worauf man das Aceton in einer Glasretorte mit so viel neuem Chlorkalk mengt, daß eine breiartige, nicht flüssige Masse entsteht, die sich von selbst nicht unbedeutend erwärmt. Die Retorte wird so schnell wie möglich mit einer Kühlröhre verbunden, sodann erst schwach, nach und nach stärker mit einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzug erhitzt, wobei eine bedeutende Quantität des reinsten Chloroforms nebst noch unzersetztem Aceton übergeht. Das Chloroform wird zu dem früher gewonnenen gebracht, das Aceton aber wieder mit Chlorkalk destillirt u. s. f. Nach drei bis vier Destillationen geht weder Aceton noch Chloroform mehr über, und es ist nur noch nöthig, das gewonnene Chloroform über gröblich gepulvertem Aetzkalk mittelst einer einfachen Spirituslampe umzudestilliren. Die Ausbeute soll nach Böttger in 4 Unzen Chloroform aus dem Pfunde essigsauren Natrons bestehen.

Die Böttger'sche Methode ist von Reich dahin abgeändert, daß er statt des Chlorkalkes trocknes Chlornatron (durch Sättigung von an der Luft verwitterter Soda mit Chlor erhalten) anwendet, weil dasselbe weniger freies Chlor enthalten soll, als Chlorkalk. Aus einem Pfunde essigsauren Natrons werden nach Reich 4 bis 5 Unzen Chloroform gewonnen.

Das Chloroform ist ein wasserklares, sehr dünnflüssiges Liquidum von starkem, nicht unangenehmem, süßlich ätherischem Geruch und gleichem Geschmack. Es besitzt ein spezifisches Gewicht von 1,48, ist also bedeutend schwerer als Wasser, es siedet bei 60,8°, ist nur schwer entzündlich; mit Wasser ist es nicht mischbar, dagegen leicht und in jedem Verhältniß mit Weingeist, Aether und flüchtigen, sowie fetten Oelen. Es löst viele Harze mit Leichtigkeit, auch die Gutta-Percha, mit welcher es sich in jedem Verhältniß zu einer wirklichen filtrirbaren Auflösung vereinigt, welche an der Luft das Chloroform schnell verdunsten und die Gutta-Percha mit ganz unveränderten Eigenschaften zurück läßt. Kautschuk mit Chloroform übergossen, schwillt außerordentlich schnell zu einer Gallerte an, aber nur ein ganz kleiner Theil löst sich in dem Chloroform, welches dadurch eine dickflüssige Konsistenz annimmt und beim Verdunsten das Kautschuk in unverändertem Zustande zurückläßt.

Eingeathmet erzeugen die Dämpfe des Chloroform eine ähnliche Betäubung wie die des Aethers, aber noch schneller und sicherer, auch sind nachtheilige Folgen bei der durch Chloroform bewirkten Narkose viel seltener als beim Aether, weßhalb auch der letztere durch ersteres fast ganz verdrängt ist.

Das Chloroform ist eine Verbindung von 1 Atom Formyl mit drei Doppelatomen Chlor, also Formylsuperchlorid. Mit dem Namen Formyl aber (abgeleitet von acidum formicicum, Ameisensäure, eine Verbindung von Formyl mit Sauerstoff) bezeichnet man eine für sich im isolirten Zustande noch nicht bekannte Verbindung von 2 Atomen Kohlenstoff und 2 Atomen Wasserstoff.

Es ist nicht zu zweifeln, daß dem Chloroform noch eine bedeutende Rolle in der Technik als Auflösungsmittel, zur Bereitung von schnell trocknenden Firnissen und anderen Zwecken vorbehalten ist, da die zu seiner Bereitung nöthigen Materialien so wenig kostbar sind. Im Handel kostet das Loth 2½ Sgr., und bei fabrikmäßiger Darstellung würde es gewiß zu einem noch niedrigeren Preise geliefert werden können.

Chlorometrie. Unter diesem Ausdrucke versteht man die Bestimmung der entfärbenden Kraft des Chlorkalkes und der übrigen analogen Chlorverbindungen.

Schon vor längeren Jahren machte Gay Lussac ein chlorometrisches Verfahren bekannt, das trotz seiner Unvollkommenheit vielfache Anwendung fand, und darin bestand, die Menge der zu prüfenden Chlorverbindung zu bestimmen, die nöthig ist, um eine gegebene Menge schwefelsaurer Indiglösung von bestimmter Stärke zu entfärben. Da aber die im Handel vorkommenden Indigsorten ungemeine Unterschiede im wahren Indiggehalte zeigen, so änderte er, um eine Probeflüssigkeit von stets gleichem Indiggehalte zu haben, sein Verfahren dahin ab, daß er eine aus beliebigem Indig bereitete Auflösung bis zu dem Grade verdünnte, daß sie gerade durch den 10ten Theil ihres Volumens Chlorgas entfärbt wurde.

Da es aber bei der Prüfung des Chlorkalkes zu technischen Zwecken weniger wichtig ist, den absoluten Chlorgehalt zu wissen, als vielmehr die Güte des Präparates, d. h. seinen Gehalt an reinem wirksamem unterchlorigsaurem Kalk zu erfahren, so ermittelte er durch genaue Versuche, daß 9,87 Gramm, oder (in runder Zahl und mit für technische Zwecke

genügender Genauigkeit) 10 Gramm des stärksten Chlorkalkes in 1000 Gramm oder 1 Liter Wasser gelöst, ein dem ihrigen gleiches Volumen Chlorgas enthält, folglich im Stande ist, das zehnfache Volumen der vorhin erwähnten Indiglösung zu entfärben. Gesetzt also, man habe von einer aus dem Handel bezogenen Probe Chlorkalk 10 Gramm in einem Liter Wasser gelöst, und es zeige sich, daß die Lösung ein zehnmal größeres Volumen der Indiglösung entfärbe, so würde man schließen, daß die Probe aus gesättigtem Chlorkalk bestände. Entfärbten sich nur 6 Volumen Indiglösung, so enthielte die Probe $^{6}/_{10}$, oder 60 Prozent reinen Chlorkalk.

So sinnreich und zweckmäßig diese Methode auf den ersten Blick erscheinen mag, so bietet sie dennoch mehrere wesentliche Unvollkommenheiten dar, unter denen die unvermeidlich eintretende langsame Selbstentmischung der Probeflüssigkeit obenan steht, so daß nur dann genaue Resultate zu erwarten sind, wenn diese frisch bereitet war.

Es ist daher später von Gay Lussac selbst ein abgeändertes Verfahren bekannt gemacht, bei welchem statt der Indiglösung eine Auflösung von arseniger Säure (weißem Arsenik) in Salzsäure benutzt wird, und die darauf beruht, daß arsenige Säure durch Chlor zu Arseniksäure oxydirt wird. Er bereitet nun eine solche Arseniklösung in dem Grade der Verdünnung, daß sie genau ein dem ihrigen gleiches Volumen Chlorgas erfordert, welches erreicht wird, wenn man 4,44 Gramm weißen Arsenik zuerst in Salzsäure löst und die Lösung mit Wasser bis zu 1000 Gramm oder 1 Liter verdünnt, und nennt sie Normal-Arseniklösung. Demnach würden 10 Gramm Chlorkalk, in 1 Liter Wasser gelöst, 1 Liter der Arseniklösung gerade oxydiren.

Zur Erkennung des Punktes, wo die arsenige Säure oxydirt ist, und mit dem Zusatz der Chlorkalklösung aufgehört werden muß, bedient sich Gay Lussac wieder der Indiglösung, welche natürlich für diesen Zweck keines bestimmten Stärkegrades bedarf. In dieser Absicht wird die Arseniklösung durch einige Tropfen Indiglösung blau gefärbt, und nun mit dem allmäligen Zusatz der Chlorkalklösung begonnen, wobei, so lange noch arsenige Säure vorhanden ist, die blaue Farbe unverändert bleibt. In dem Augenblicke aber, wo nach erfolgter Oxydation der arsenigen Säure der geringste Ueberschuß von Chlorkalk in der Flüssigkeit hervortritt, erfolgt die Zerstörung der blauen Farbe.

Das zu dieser Untersuchung dienende Instrument ist eine Meßröhre, welche in 100 gleiche Raumtheile getheilt ist. Man füllt dieselbe bis zum obersten, mit 0 bezeichneten Theilstrich mit Normal-Arseniklösung, gießt dieselbe in ein Becherglas und färbt sie durch einige Tropfen Indiglösung blau. Nachdem sodann die Meßröhre ausgespült worden, füllt man sie wieder bis zur 0 mit der Auflösung des Chlorkalkes (nämlich 1 Theil desselben in 100 Theilen Wasser), und setzt sie zu der Arseniklösung, welche davon in der Regel nicht entfärbt werden wird, weil der gewöhnliche Chlorkalk selten vollständig gesättigt ist. Man füllt also die Meßröhre nochmals mit Chlorkalklösung und setzt davon so lange zu der Arseniklösung, bis die blaue Farbe verschwindet. Offenbar steht nun die Güte des Chlorkalkes in umgekehrtem Verhältniß zu der verbrauchten Menge seiner Lösung. Gesetzt, es wären genau 100 Raumtheile Chlorkalklösung bis zur Entfärbung der Normal-Arseniklösung erforderlich, so wäre die Probe des Chlorkalkes vollständig gesättigt, oder enthielte 100 Prozent reinen Chlorkalk; gesetzt dagegen, man habe 150 Raumtheile verbraucht, so ist der Chlorkalk in dem Verhältniß von 150 : 100 schwächer, enthält also nach der Proportion $150 : 100 = 100 : x$, $^{10000}/_{150}$ oder 66.6 Prozent.

Anstatt die Arseniklösung in derselben Meßröhre abzumessen, die nachher für den Chlorkalk gebraucht wird, ist es, um das beständige Ausspülen derselben zu vermeiden, bequemer, sich zu dem ersteren Zweck eines Stechhebers (einer Pipette) zu bedienen, welcher bis zu einem bestimmten Theilstriche gefüllt, genau hundert Raumtheile faßt, einer weiteren Eintheilung aber nicht bedarf, weil ja von der Arseniklösung immer nur 100 Raumtheile zu messen sind.

Um die beständige, obwohl sehr einfache Rechnung zu vermeiden, kann man sich einer Tabelle bedienen, welche wir hier geben, vorher bemerkend, daß sie in der ersten der beiden Spalten die durch den Versuch gefundene Zahl der Raumtheile des Chlorkalkes, in der zweiten das Volumen des in demselben enthaltenen, die Bleichkraft bedingenden Chlorgases angiebt. Man könnte der Tabelle leicht noch eine dritte Spalte hinzufügen, welche den wirksamen Chlorgehalt nach Prozenten des trockenen Chlorkalkes angäbe, doch hat die Kenntniß dieses letzteren keinen praktischen Werth, da es sich immer nur um die Beurtheilung der Güte des Chlorkalkes handelt, im Vergleich zu einem vollständig gesättigten. Die erste Zeile der Tabelle gilt also für gesättigten Chlorkalk, von welchem 100 Raumtheile verbraucht werden, und dessen Chlorgehalt zu 100 gesetzt ist.

Tabelle zur Bestimmung des Chlorgehaltes im Chlorkalk nach Raumprozenten des Chlorgases.

Chlorkalk-Lösung	Chlor-Gehalt	Chlorkalk-Lösung	Chlor-Gehalt	Chlorkalk-Lösung	Chlor-Gehalt	Chlorkalk-Lösung	Chlor-Gehalt
100	100	125	80.0	150	66.7	175	57.1
101	99	126	79.4	151	66.2	176	56.8
102	98	127	78.7	152	65.8	177	56.5
103	97.1	128	78.1	153	65.4	178	56.2
104	96.1	129	77.5	154	64.9	179	55.9
105	95.2	130	76.9	155	64.5	180	55.5
106	94.3	131	76.3	156	64.1	181	55.3
107	93.4	132	75.7	157	63.7	182	54.9
108	92.6	133	75.2	158	63.3	183	54.6
109	91.7	134	74.6	159	62.9	184	54.3
110	90.9	135	74.1	160	62.5	185	54.1
111	90.1	136	73.5	161	62.1	186	53.8
112	89.3	137	73.0	162	61.7	187	53.5
113	88.5	138	72.5	163	61.4	188	53.2
114	87.7	139	71.9	164	61.0	189	52.9
115	86.9	140	71.4	165	60.6	190	52.6
116	86.2	141	70.9	166	60.2	191	52.4
117	85.5	142	70.4	167	59.9	192	52.1
118	84.7	143	69.9	168	59.5	193	51.8
119	84.0	144	69.4	169	59.1	194	51.5
120	83.3	145	69.0	170	58.8	195	51.3
121	82.6	146	68.5	171	58.5	196	51.0
122	82.0	147	68.0	172	58.1	197	50.8
123	81.3	148	67.6	173	57.8	198	50.5
124	80.6	149	67.1	174	57.5	199	50.3

Chlor-kalk-Lösung	Chlor-Gehalt	Chlor-kalk-Lösung	Chlor-Gehalt	Chlor-kalk-Lösung	Chlor-Gehalt	Chlor-kalk-Lösung	Chlor-Gehalt
200	50.0	213	46.9	226	44.2	239	41.8
201	49.7	214	46.7	227	44.0	240	41.7
202	49.5	215	46.5	228	43.8	241	41.5
203	49.3	216	46.3	229	43.6	242	41.3
204	49.0	217	46.1	230	43.5	243	41.1
205	48.8	218	45.9	231	43.3	244	41.0
206	48.5	219	45.7	232	43.1	245	40.8
207	48.3	220	45.5	233	42.9	246	40.6
208	48.1	221	45.2	234	42.7	247	40.5
209	47.8	222	45.0	235	42.5	248	40.3
210	47.6	223	44.8	236	42.4	249	40.2
211	47.4	224	44.6	237	42.2	250	40.0
212	47.1	225	44.4	238	42.0		

Unter der großen Anzahl anderer Prüfungsarten, die in Vorschlag gebracht sind, ist die Dalton'sche, von Otto verbesserte, vielfach in Aufnahme gekommen. Sie beruht darauf, daß Eisenvitriol, schwefelsaures Eisenoxydul, durch Einwirkung des Chlors in das betreffende Oxydsalz verwandelt wird. Man löst zu dem Ende 39 Gran reinen Eisenvitriol in 4 Loth Wasser auf und fügt zur Lösung etwas Schwefelsäure. Von dem zu untersuchenden Chlorkalk werden sodann 50 ran mit Wasser zu Brei gerieben und dieser noch weiter verdünnt, bis die Lösung gerade hinreicht, eine in 100 Grade getheilte Meßröhre, welche bis zum obersten Theilstrich etwa 100 Gramm Wasser faßt, zu füllen. Von dieser Chlorkalklösung wird nun nach und nach in kleinen Portionen und unter Umschütteln zu dem Vitriol gesetzt, bis derselbe gerade oxydirt ist, was man daran erkennt, daß ein Tropfen auf eine Glasplatte gebracht durch Zusatz von Kaliumeisencyanid (rothes Blutlaugensalz) keinen blauen Niederschlag mehr gibt. Man liest nun die Zahl der Grade des verbrauchten Chlorkalkes ab und findet aus der folgenden Tabelle die Menge des Chlors in Gewichtsprozenten des Chlorkalkes. Da nämlich die angewandten 39 Gran Eisenvitriol zur Oxydation 5 Gran Chlor verlangen, so folgt, daß der bei dem Versuche verbrauchte Chlorkalk auch 5 Gran Chlor enthalten muß. Je weniger Chlorkalklösung verbraucht wurde, um so gesättigter war der Chlorkalk. Gesetzt es würden 100 Grad der Chlorkalklösung, also 50 Gran Chlorkalk verbraucht, so enthalten dieselben, weil sie ja die 39 Gran Eisenvitriol oxydiren, 5 Gran, also 10 Prozent Chlor; würden nur 50 Grad der Chlorkalklösung verbraucht, so enthielten diese ebenfalls 5 Gran Chlor, also 20 Prozent. Da der stärkste, mit Chlor gesättigte Chlorkalk 32 Prozent wirksames Chlor enthält, so werden von ihm 31.2 Grade zur Oxydation der 39 Gran Eisenvitriol hinreichen, wie auch die erste Zeile der Tabelle anzeigt.

Tabelle zur Bestimmung der Gewichtsprozente des wirksamen Chlors im Chlorkalke mittelst Eisenvitriol.

Chlork.-Lösung Grade	Chlor-Prozente	Chlork.-Lösung Grade	Chlor-Prozente	Chlork.-Lösung Grade	Chlor-Prozente	Chlork.-Lösung Grade	Chlor-Prozente
31	32.0	33	30.3	35	28.6	37	27.0
32	31.1	34	29.4	36	27.8	38	26.3

Chlork.-Lösung Grade	Chlor-Prozente	Chlork.-Lösung Grade	Chlor-Prozente	Chlork.-Lösung Grade	Chlor-Prozente	Chlork.-Lösung Grade	Chlor-Prozente
39	25.6	55	18.2	71	14.0	86	11.6
40	25.0	56	17.8	72	13.9	87	11.5
41	24.4	57	17.5	73	13.7	88	11.3
42	24.0	58	17.2	74	13.5	89	11.2
43	23.3	59	17.0	75	13.3	90	11.1
44	22.7	60	16.7	76	13.1	91	11.0
45	22.2	61	16.4	77	13.0	92	10.9
46	21.7	62	16.1	78	12.8	93	10.8
47	21.3	63	15.9	79	12.7	94	10.6
48	20.8	64	15.6	80	12.5	95	10.5
49	20.4	65	15.4	81	12.3	96	10.4
50	20.0	66	15.1	82	12.2	97	10.3
51	19.6	67	14.9	83	12.0	98	10.2
52	19.2	68	14.7	84	11.9	99	10.1
53	18.8	69	14.5	85	11.7	100	10.0
54	18.5	70	14.3				

Die Prüfung des Chlorkalkes mit Eisenvitriol ist keineswegs sehr genau, weil es fast unmöglich ist, einen zugleich trockenen und streng im Zustande des Oxyduls befindlichen Eisenvitriol darzustellen.

Penot hat neuerlich eine Verbesserung des Gay Lussac'schen Verfahrens erfunden, welche als die beste bis jetzt bekannte chlorometrische Methode anerkannt zu werden verdient. Das Verfahren von Gay Lussac, welches wir im Vorhergehenden beschrieben haben, leidet an zwei Mängeln: 1. Die saure Beschaffenheit der Arseniklösung hat leicht die Folge, daß ein Theil des aus dem Chlorkalk sich entwickelnden Chlors entweicht und verloren geht, bevor es zur Wirkung kommt; 2. es ist sehr schwierig, mittelst der Indigsolution den Punkt, wo die Arseniklösung gerade oxydirt ist, genau zu beobachten. Diese Mängel vermeidet das Penot'sche Verfahren, indem die Arseniklösung nicht sauer, sondern alkalisch, und bei ihrer Mischung mit dem ebenfalls alkalischen Chlorkalk ein Entweichen von Chlor unmöglich ist; und indem er zur Erkennung des Punktes statt der Indigsolution eine andere viel empfindlichere, nicht saure Substanz anwendet. Diese Substanz ist eine Mischung von Jodnatrium und Stärkekleister. Um sie zu bereiten, werden 7 Gramm krystallisirte Soda, 1 Gramm Jod, 3 Gramm Stärkemehl und etwa 250 Gramm Wasser zusammengekocht, bis die anfänglich blaue Farbe vollständig verschwunden ist, worauf noch 250 Gramm Wasser zugesetzt werden. Mit dieser Flüssigkeit tränkt man sodann weißes Papier und trocknet es. Dieses iodirte Papier ist ganz weiß, hat aber die Eigenschaft, mit oxydirenden Substanzen, so namentlich mit der geringsten Spur von Chlor oder Chlorkalk in Berührung gebracht, augenblicklich sich blau zu färben, indem das aus dem Jodnatrium sich entwickelnde Jod mit der Stärke die bekannte blaue Verbindung erzeugt.

Die Normal-Arseniklösung ferner wird bereitet, indem man 4.44 Gramm arsenige Säure (weißen Arsenik) mit 13 Gramm krystallisirter Soda und 750 Gramm Wasser bis zur Auflösung der ersteren erhitzt, und nach dem Erkalten noch so viel Wasser zusetzt, daß die ganze Lösung genau 1000 Gramm wiegt. Da sich sowohl diese Arseniklösung wie auch das iodirte

Papier unverändert aufbewahren lassen, so hat man den Vortheil, eine für lange Zeit ausreichende Quantität im Voraus bereiten zu können.

Um nun damit zu operiren, löst man 10 Gramm des zu untersuchenden Chlorkalkes in 1000 Gramm oder 1 Liter Wasser auf, füllt mit dieser Lösung die in 100 Raumtheile getheilte Meßröhre, oder ein gewöhnliches Alkalimeter, und gießt sie in ein Becherglas. Hierauf füllt man die Meßröhre mit Arseniklösung, gießt davon unter Umrühren zu der Chlorkalklösung, nimmt nach jedesmaligem Zusatz mit einem Glasstäbchen einen Tropfen heraus, und bringt ihn auf ein Stückchen iodirtes Papier. Im Anfang, wo die Flüssigkeit noch viel unzersetzten Chlorkalk enthält, wird das Papier stark gebläuet; so wie aber die zur Zersetzung des Chlorkalkes nöthige Menge der Arseniklösung hinzugekommen ist, bleibt das Papier weiß, und man kann so mit größter Leichtigkeit und Genauigkeit den Punkt der beendigten Zersetzung des Chlorkalkes erkennen.

Diese sinnreiche Methode macht sogar eine Tabelle ganz entbehrlich; denn da sie erlaubt, die Arseniklösung zu der des Chlorkalkes zu setzen, während bei dem Gay-Lussac'schen Verfahren umgekehrt zu Werke gegangen werden mußte, so steht offenbar die Stärke des Chlorkalkes mit der verwendeten Menge der Arseniklösung in geradem Verhältniß; und die Zahl der verbrauchten Raumtheile der Meßröhre gibt, ganz ohne Tabelle, direkt die Prozente der Probe an reinem höchst gesättigten Chlorkalk. Wären z. B. 80 Raumtheile Arseniklösung verbraucht, so enthielte die Probe 80 Prozent reinen gesättigten Chlorkalkes.

Chlorsäure, besteht aus 2 Atomen Chlor gegen 5 Atome Sauerstoff, in 100 Theilen also aus 47,9 Chlor und 52,1 Sauerstoff. Eine farb- und geruchlose, sehr sauer schmeckende, nicht flüchtige Flüssigkeit von fast ölartiger Konsistenz. Sie bietet nur als Bestandtheil der chlorsauren Salze, besonders des chlorsauren Kali, technisches Interesse dar.

Chlorsaures Kali. Die häufige Anwendung dieses interessanten Salzes in der Feuerwerkerei, so wie zu detonirenden Mischungen zur Perkussionszündung, hat in neuerer Zeit eine solche Ausdehnung gewonnen, daß seine Bereitung in chemischen Fabriken sehr im Großen betrieben wird.

Die ältere, auch jetzt noch hier und da gebräuchliche Methode der Darstellung von chlorsaurem Kali besteht in Folgendem: Man bereitet eine konzentrirte Auflösung von gereinigter Pottasche in 2 bis 3 Theilen Wasser, und leitet in einem Woulfe'schen Apparate so lange einen Strom Chlorgas hindurch, bis dasselbe nicht mehr absorbirt wird. Im Anfange und so lange noch Ueberschuß von kohlensaurem Alkali vorhanden ist, entsteht nur Chlorkalium und unterchlorigsaures Kali, während die Kohlensäure sich mit der Hälfte des Kali zu doppelt kohlensaurem Kali verbindet. Erst in den späteren Stadien des Prozesses, wo sich die Kohlensäure gasförmig entwickelt, entsteht statt der unterchlorigen Säure Chlorsäure. Die Oxydation des Chlors geschieht lediglich durch den Sauerstoff desjenigen Antheils Kali, welcher nach Verlust des Sauerstoffes sich mit Chlor zu Chlorkalium verbindet. Aus 6 Atomen Kali und 12 Atomen Chlor wird 1 Atom chlorsaures Kali und 5 Atome Chlorkalium gebildet, oder dem Gewichte nach entstehen aus 100 Theilen kohlensaurem Kali und 51.3 Chlor 30 Theile chlorsaures Kali und 89, 9 Theile Chlorkalium. Man bringt nun die ganze Flüssigkeit, mit dem ausgeschiedenen Salz (Chlorkalium und chlorsaurem Kali) in einen Kolben oder eine Schale, und läßt sie eine kurze Zeit kochen, wodurch die Umwandlung des unterchlorigsauren Kali in chlorsaures Kali vervollständigt wird. Sollte trotz des Kochens nicht alles Salz sich auflösen, so setzt man bis zum Eintritt die-

ses Punktes noch etwas Wasser zu, und bringt die durch etwas Kieselerde (aus dem kohlensauren Kali herrührend) trübe Flüssigkeit auf ein Filtrum. Beim Erkalten scheidet sich das chlorsaure Kali in Gestalt zarter sechsseitiger, oft in den schönsten Regenbogenfarben spielender Krystallblättchen, zugleich aber auch ein Theil des Chlorkalium in nadelförmigen Krystallen aus. Nach dem völligen Erkalten gießt man die Flüssigkeit von der ausgeschiedenen Salzmasse ab, setzt dieser ein wenig kaltes Wasser zu, um das Chlorkalium wegzuschaffen, und reinigt das gewonnene chlorsaure Kali durch mehrmaliges Umkrystallisiren. Die Ausbeute, welche, wie so eben erwähnt, 30 Prozent betragen sollte, fällt weit geringer aus, und übersteigt selten 10 Prozent, theils weil die gereinigte Pottasche, deren man sich zu bedienen pflegt, noch kleine Mengen fremder Salze und Wasser enthält, theils weil ein Theil des chlorsauren Kali bei der Krystallisation verloren geht.

Liebig lehrte zuerst chlorsaures Kali mittelst Chlorkalk bereiten. Man erhitzt Chlorkalk mit etwas Wasser, bis er nicht mehr bleichend wirkt, wobei der unterchlorigsaure Kalk in Chlorkalzium und chlorsauren Kalk zerfällt, löst ihn sodann in heißem Wasser auf, konzentrirt nach dem Absetzen des Kalkhydrates die Flüssigkeit durch Abdampfen, setzt Chlorkalium hinzu und läßt abkühlen, worauf das durch gegenseitige Zersetzung des chlorsauren Kalkes und des Chlorkaliums gebildete chlorsaure Kali auskrystallisirt. Die einzige Schwierigkeit bei diesem Verfahren liegt darin, daß sich der Chlorkalk nicht so leicht zersetzt, wie man anzunehmen pflegt. Man kann eine Lösung desselben über eine Stunde lang im Sieden halten, ohne daß sie die Bleichkraft verliert. Am besten ist es, wie vorhin erwähnt, den Chlorkalk mit wenigem Wasser zu einem Brei anzumachen, und diesen zur Trockne kochend abzudampfen.

Das nach diesem Verfahren erhaltene chlorsaure Kali krystallisirt nicht, wie sonst, in Blättchen, sondern in prismatischen Krystallen, beim Umkrystallisiren aber nimmt es die gewöhnliche tafelförmige Gestalt an. Es ist ferner, um die Gesammtmenge des chlorsauren Kali zu gewinnen, nöthig, die Mischung des gekochten Chlorkalkes mit dem Chlorkalium 3 bis 4 Tage lang zum Krystallisiren stehen zu lassen, weil die Bildung des chlorsauren Kali noch längere Zeit hindurch fortgeht.

Weit leichter gelingt die Darstellung auf folgende Art: 1 Pfund gebrannter Kalk wird zu dünner Kalkmilch gelöscht, mit derselben dann konzentrirte ätzende Kalilauge, welche 18 Loth Kali enthält, gemischt, und nun so lange unter häufigem Umrühren Chlorgas hindurch geleitet, wie noch davon absorbirt wird. Nachdem das Ganze etwa 24 Stunden lang sich selbst überlassen worden, trennt man das ausgeschiedene chlorsaure Kali und reinigt es durch mehrmaliges Umkrystallisiren.

Das chlorsaure Kali erscheint gewöhnlich in dünnen tafelförmigen Blättchen, oder, wenn es fabrikmäßig in größeren Quantitäten bereitet wurde, in ziemlich dicken, tafelförmigen Krystallen. Der Geschmack hat Aehnlichkeit mit dem des Salpeters, nur ist er, der Schwerauflöslichkeit wegen, schwächer. 100 Theile Wasser lösen bei 15° nur 6 Theile, in der Siedhitze dagegen 60 Theile chlorsaures Kali auf. In einem Tiegel erhitzt, kommt es schon weit vor dem Glühen in Fluß und entwickelt, stärker erhitzt, Sauerstoffgas in Menge. Um jedoch den ganzen Sauerstoffgehalt auszutreiben, ist Glühhitze erforderlich. Es gibt dabei 39, 15 Prozent Sauerstoffgas und verwandelt sich vollständig in Chlorkalium. Heftig in einem Mörser gerieben, knistert es, wirft einzelne Fünkchen aus, und leuchtet im Dunkeln. Auf glühende Kohlen geworfen verpufft es wie Salpeter, aber weit lebhafter. Phosphor auf einem Ambos mit wenig chlorsaurem Kali überschüttet und mit einem Hammer nur schwach geschlagen,

explodirt mit einem heftigen Knall. Aehnliche Explosionen erfolgen, wenn ein zerriebenes Gemenge von chlorsaurem Kali mit Schwefel, Zinnober, Schwefelantimon, Zucker und anderen brennbaren Körpern zwischen harten Körpern geschlagen wird; worauf sich die Anwendung zur Perkussionszündung gründet. Eine innige Mischung von 1 Theil Schwefel mit 3 Theilen chlorsaurem Kali geräth durch einen Tropfen konzentrirter Schwefelsäure augenblicklich in Brand, worauf die früher so allgemein verbreiteten, jetzt freilich durch die bekannten Streichzündhölzer gänzlich verdrängten chemischen Feuerzeuge beruhten.

Berthollet wandte das chlorsaure Kali statt des Salpeters zur Pulverfabrikation an, und erhielt auch in der That ein außerordentlich stark wirkendes Pulver (muriatisches Pulver). Dieses Pulver hat aber der allzugroßen Gefährlichkeit wegen, und weil der beim Verbrennen bleibende Rückstand von Chlorkalium das Eisen der Gewehre leicht zum Rosten bringt, keinen Eingang gefunden, wird aber noch hier und da statt des Knallquecksilbers zum Füllen der Zündhütchen gebraucht. 50 Theile chlorsaures Kali, 27 Kohlenpulver und 23 Schwefel geben die gewöhnliche Mischung zu Zündhütchen, welche zum Gebrauch des Militärs noch in einigen deutschen Staaten gemacht werden, obschon das in allen käuflichen Zündhütchen enthaltene Knallquecksilber entschiedene Vorzüge besitzt. In England werden die für den Militär-Gebrauch bestimmten Zündhütchen mit chlorsaurem Kali *und* Knallquecksilber angefertigt. Die bei den Zündnadelgewehren dienende Zündmasse besteht aus einem Gemenge von chlorsaurem Kali, Schwefelantimon und etwas Schwefel.

In größter Menge wird das chlorsaure Kali in der Feuerwerkerei gebraucht, wo es bei der Darstellung farbiger Leuchtsätze dazu dient, die zur gehörigen Entwickelung der Farbe nöthige *sehr hohe* Temperatur zu erzeugen. In dem Artikel *Feuerwerk* ist hierüber das Nähere nachzusehen.

Chokolate. Wurde zuerst im Jahre 1520 von den Spaniern aus Mexico, wo sie schon von Alters her in Gebrauch gewesen war, in Europa eingeführt, und von ihnen lange Zeit als ein großes Geheimniß bewahrt.

Das Hauptmaterial zur Chokolate liefern die Kakaobohnen, die Samen des Kakaobaums, Theobroma cacao, der besonders in den zwischen den Wendekreisen liegenden Theilen von Amerika und den westindischen Inseln zu Hause ist. Er hat etwa die Größe eines Orangenbaumes, dabei einige Aehnlichkeit mit einem Kirschbaume, und trägt eine gelbrothe, länglichrunde Frucht, ungefähr in Gestalt einer Gurke, von 6 Zoll Länge und 3 Zoll Dicke. Sie besitzt eine rauhe, warzige Schaale mit 10 vorspringenden Rippen, und ist mit einem weichen, schwammigen, röthlichen Fleisch angefüllt, in welchem 25 bis 40 Bohnen in 5 Reihen vertheilt liegen. Diese Bohnen oder Mandeln sind mit einer schwärzlich-rothen Haut umgeben, und bestehen selbst aus einer fettigen, röthlich-schwarzen Substanz von angenehmem, etwas bitterlich aromatischem Geschmack.

Die Frucht der auf den westindischen Inseln, in Berbice und Demarara wachsenden Bäume ist bedeutend kleiner, und enthält oft nur etwa zehn Bohnen.

Der beste Kakao kommt von der Küste Caraccas in ledernen Säcken in den Handel; die Bohnen müssen möglichst groß und dick, fettig im Anfühlen, von angenehmem, nicht ranzigem Geschmack, mit einem silberweißen Staube bedeckt, und nicht schimmlig sein.

Der Kakao von Berbice, Demarara und den Antillen ist heller von Farbe, kleiner und glatter als der Caraccas-Kakao, der Geschmack we-

niger mild. Der Kakaobaum liefert zur Zeit 2 bis 8 Pfund Kakaobohnen, die zwei Mal im Jahre gesammelt werden. Sind nämlich die Früchte reif, was man an ihrer rothgelben Farbe erkennt, so werden sie gepflückt, die Bohnen herausgenommen und entweder in Fässer oder in Gruben geschüttet, mit Rohrblättern, Matten und Steinen beschwert, und einige Tage sich selbst überlassen, wo dann eine Art Gährung eintritt, wobei die Bohnen anschwellen und dunkler werden, zugleich einen sanfteren Geschmack annehmen. Um jedoch den Gährungsprozeß nicht zu weit, dabei aber in allen Bohnen ganz gleichmäßig fortschreiten zu lassen, rührt man sie alle Morgen um, worauf sie dann endlich an der Sonne getrocknet werden und so in den Handel kommen.

Nach einer Analyse von Lampadius enthalten die westindischen Bohnen, mit Ausschluß der Schale, die etwa 12 Prozent der ganzen Bohnen beträgt, und außer dem in ihnen vorhandenen Wasser, in 100 Gewichtstheilen 53,1 fettes Oel, Kakaobutter; 16,7 einer eiweißstoffartigen braunen Materie, die das Aroma der Bohnen enthält; 10,91 Stärke; 7,75 Gummi oder Schleim; 0,9 Faser und 2,01 rothen Farbstoff. Die Schalen enthalten kein Fett, geben aber bei anhaltendem Kochen mit Wasser ein braunes, nicht unangenehm schmeckendes Extrakt.

Die Kakaobutter, welche durch starkes Auspressen der getrockneten und gewärmten Bohnen gewonnen werden kann, hat eine talgartige Konsistenz, weiße Farbe, schmilzt bei 50° C. und zeichnet sich vor fast allen anderen Fettarten dadurch aus, daß sie fast gar nicht dem Ranzigwerden unterliegt. Sie beträgt nach Lampadius zwar über die Hälfte vom Gewicht der trockenen Bohnen, durch Pressen jedoch gewinnt man nur etwa 30 bis 36 Prozent.

Die Chokolate, eine innige Mengung von scharf ausgetrockneten und fein zerquetschten Kakaobohnen, Zucker und Vanille, wird folgendermaßen bereitet: Die sorgfältig verlesenen und von allen verdorbenen, schimmligen Theilen gesonderten Bohnen werden in einem Zylinder von Eisenblech von der Einrichtung eines gewöhnlichen Kaffeebrenners über einem gelinden Feuer bis zu dem Grade geröstet, daß die völlig ausgetrockneten Bohnen bis zu einem gewissen Punkte angeschwollen sind, eine mürbe, bröckelige Beschaffenheit angenommen haben, und die spröde gewordenen Schalen leicht ablassen; worauf sie herausgeschüttet, abgekühlt und durch Schütteln in einem Siebe von den Schalen getrennt werden. Die soweit fertigen, entschälten Bohnen müssen nunmehr in eine weiche, teigige Masse verwandelt werden, was entweder durch Reiben aus freier Hand in einem auf 55° erwärmten Mörser (um das Fett flüssig zu erhalten) oder bei größerem fabrikmäßigem Betriebe mittels eigener Maschinen geschieht, wobei dann der Zucker, dessen Menge sehr variabel ist, und wohl bis zu dem Gewicht der Kakaobohnen steigt, nebst der Vanille, von welcher zu feiner Chokolate eine Schote auf 1½ Pfund hinreicht, zugesetzt wird. Ist die Masse bis zu dem gehörigen Grade von Zartheit zerrieben, oder vielmehr zerquetscht, so bringt man sie noch warm und weich in die zinnernen oder blechernen Formen.

Der große Einfluß des Brennens auf die Güte der Chokolate ist Ursache, daß schon mehrfache Vorrichtungen zu diesem Zwecke angegeben sind, unter welchen wir den folgenden von Devink erfundenen Brenner, als besonders zweckmäßig, näher beschreiben wollen. Er hat zwar mit dem gewöhnlichen Kaffeebrenner einige Aehnlichkeit, unterscheidet sich aber davon durch wesentliche Vorzüge, besonders dadurch, daß die blecherne Trommel, in welcher das Rösten der Kakaobohnen geschieht, doppelte Wände hat, so daß die innere Trommel nicht durch direktes Feuer, sondern durch die zweite, äußerlich vom Feuer umspielte Wand erhitzt wird.

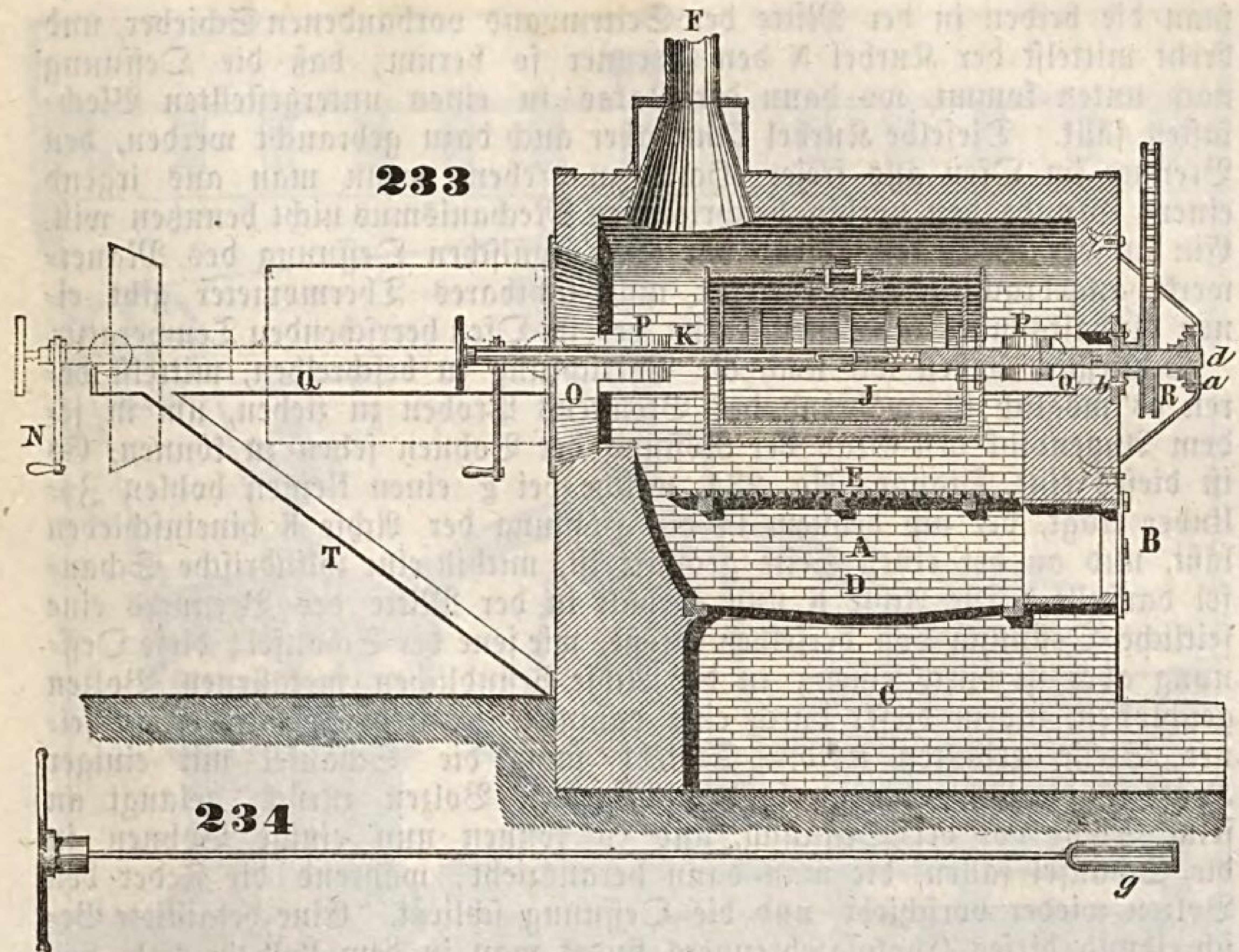


Fig. 233 zeigt die Einrichtung in vertikalem Durchschnitte. A der Ofen, der durch die Thür B mit Kokes oder Holzkohlen geheizt wird. C der Aschenfall unter dem Rost D. Bei E befindet sich eine siebartig durchlöcherte Platte von Eisen, welche dazu dient, die Hitze nach allen Seiten hin möglichst gleichförmig zu vertheilen. F das Abzugsrohr des Ofens; J der doppelte Brenner von Eisenblech, von der Größe, daß er 50 Pfund Kakaobohnen aufnehmen kann. K die hohle Achse des Brenners. Diese Achse, welche den Brenner trägt, und an welcher sich mehrere Flügel zum vollständigeren Wenden der Bohnen befinden, läßt sich horizontal nebst dem Brenner aus dem Ofen ziehen, um den letzteren entleeren zu können, worauf er, mit frischen Bohnen gefüllt, in den Ofen zurückgeschoben wird. Die horizontale Bewegung der Achse wird durch zwei Eisenschienen Q Q gesichert, die in dem Ofen auf dem vorspringenden Mauerwerk liegen, außerhalb des Ofens aber durch schräge Stützen T getragen werden, und so eine kleine Eisenbahn darstellen, auf welcher zwei kleine Wägen P, P, die an jeder Seite ein Rad haben, laufen. Jeder dieser Wägen hat in der Mitte ein Loch, in welchem die Achse liegt, so daß also beim Ziehen an der Achse der zwischen den beiden Wägen hängende Brenner herausgefahren wird. Um ferner der Achse, welche an ihrem Ende in einen viereckigen Zapfen ausläuft, die drehende Bewegung zu ertheilen, greift dieser viereckige Zapfen in ein entsprechendes Loch einer kurzen Welle d, die in den Lagern a und b ruht, und mit einer Rolle R versehen ist, die wieder durch eine Kette ohne Ende in drehende Bewegung gesetzt wird.

Die zum Herausziehen des Brenners nöthige Oeffnung des Ofens ist während der Arbeit durch einen ebenfalls auf der Achse sitzenden Deckel von Eisenblech O geschlossen, so daß beim Hervorziehen des Brenners auch dieser Deckel mitgeht. Die punktirten Linien in der Figur zeigen die Lage der Theile, wenn sie aus dem Ofen gezogen sind. Soll nun der fertig gebrannte Kakao aus dem Brenner genommen werden, so öffnet

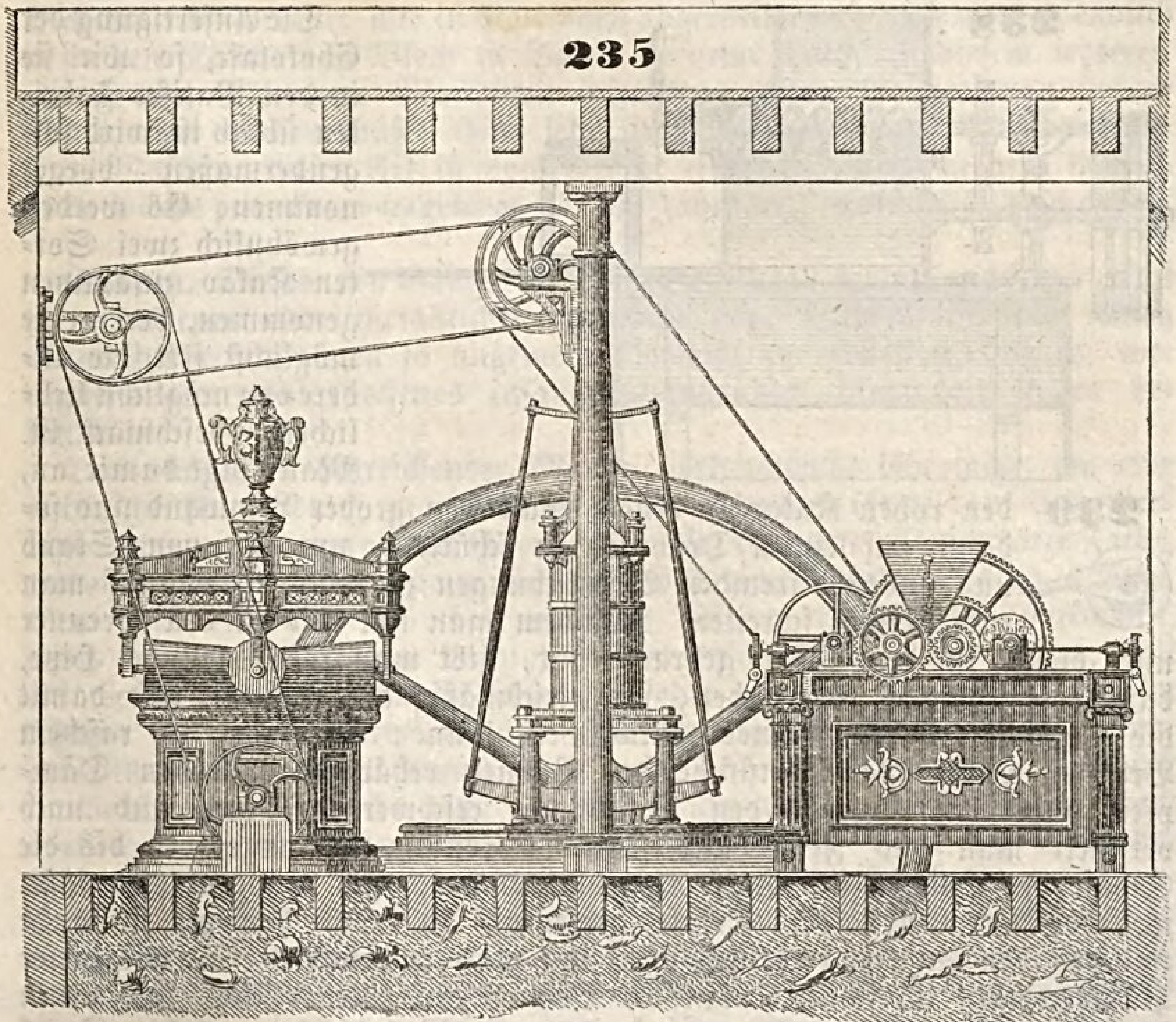
man die beiden in der Mitte der Seitenwand vorhandenen Schieber, und dreht mittelst der Kurbel N den Brenner so herum, daß die Oeffnung nach unten kommt, wo dann der Kakao in einen untergestellten Blechkasten fällt. Dieselbe Kurbel kann aber auch dazu gebraucht werden, den Brenner im Ofen aus freier Hand zu drehen, wenn man aus irgend einem Grunde den vorhin beschriebenen Mechanismus nicht benutzen will. Ein an der Seite des Ofens vor einer konischen Oeffnung des Mauerwerks angebrachtes, in der Figur nicht sichtbares Thermometer gibt einen Anhaltspunkt zur Beurtheilung der im Ofen herrschenden Temperatur.

Schließlich haben wir noch die Vorrichtung zu beschreiben, mittelst deren es möglich ist, während des Brennens Proben zu ziehen, um in jedem Augenblick den Grad der Röstung der Bohnen sehen zu können. Es ist dieses eine Stange, Fig. 234, welche bei g einen kleinen hohlen Zylinder trägt, der sich bequem in die Höhlung der Achse K hineinschieben läßt, und an der einen Seite geöffnet ist, mithin eine zylindrische Schaufel darstellt. Die Achse K nun enthält in der Mitte des Brenners eine seitliche Oeffnung von derselben Größe, wie jene der Schaufel; diese Oeffnung aber ist durch einen, in der Achse befindlichen metallenen Bolzen geschlossen, indem dieser durch eine dahinter liegende Spiralfeder an seiner Stelle gehalten wird. Schiebt man die Schaufel mit einiger Kraft in die Achse hinein, so drückt sie den Bolzen zurück, gelangt an seine Stelle vor der Oeffnung, und es können nun einige Bohnen in die Schaufel fallen, die man dann herauszieht, während die Feder den Bolzen wieder vorschiebt und die Oeffnung schließt. Eine detaillirte Beschreibung dieses Chokolatebrenners findet man in dem Bulletin de la Société d'encouragement etc. 29. Jahrgang.

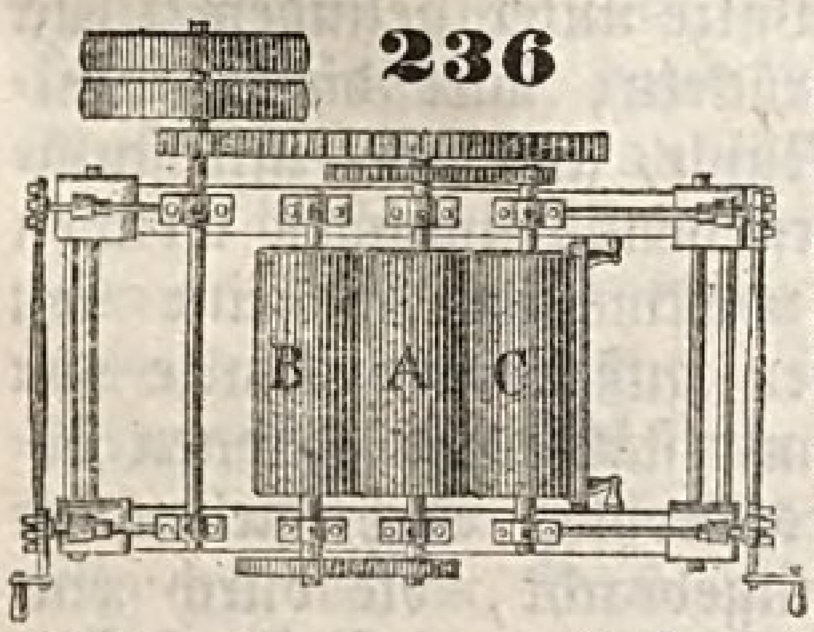
Da die Fabrikation der Chokolate in der Neuzeit zu einem bedeutenden Industriezweige herangewachsen ist, so haben auch die dazu dienenden Maschinen entsprechende Vervollkommnung erfahren. Unter diesen Chokolatemaschinen haben sich die von Hermann in Paris den Ruf der größten Vollkommenheit erworben, und wir geben hier die Abbildungen einiger Hermann'schen Maschinen, hinsichtlich des Ausführlicheren auf die Publication industrielle von Armengaud, Bd. 8, 1. Lieferung, verweisend. Figur 235 zeigt zwei zum Reiben der Chokolate dienende Maschinen, welche durch eine kleine in der Mitte stehende Dampfmaschine getrieben werden. Die eine zur Linken enthält drei konische Walzen von Eisen oder besser von Granit, welche auf einem Bodenstein im Kreise herumlaufen und durch ein gußeisernes Kreuz von bedeutendem Gewicht zugleich gedreht und herabgedrückt werden. Der Bodenstein ist unten mit einem Mantel umgeben, damit er durch Einleiten von Dampf in den Zwischenraum erwärmt werden könne. Die Maschine zur Rechten, welche in Figur 236 im Grundrisse abgebildet ist, enthält drei horizontal liegende Walzen von Granit, die mittelst gezahnter Räder mit ungleicher Geschwindigkeit umgehen, und durch kleine Kurbeln beliebig stark gegen einander gedrückt werden können.

Die mittlere Walze A empfängt ihre Bewegung von der Dampfmaschine, und setzt durch gezahnte Räder die beiden anderen Walzen B und C in Drehung, so daß sich B im Verhältniß von 4 : 7 langsamer, C dagegen im Verhältniß von $3\frac{1}{2}$: 1 schneller dreht als A. Bei dieser ungleichen Drehung ist die Wirkung der Walzen zugleich drückend und streichend, wodurch gerade die feine Zertheilung der Masse erlangt wird. Die Bohnen gelangen aus dem Rumpf auf die Walzen A und B, und werden dadurch zu einer weichen Masse gequetscht, welche durch Adhäsion an den Walzen hängen bleibt. Derjenige Antheil, der an A haften bleibt, gelangt von unten zwischen A und C, wird also zwischen ihnen noch wei-

235

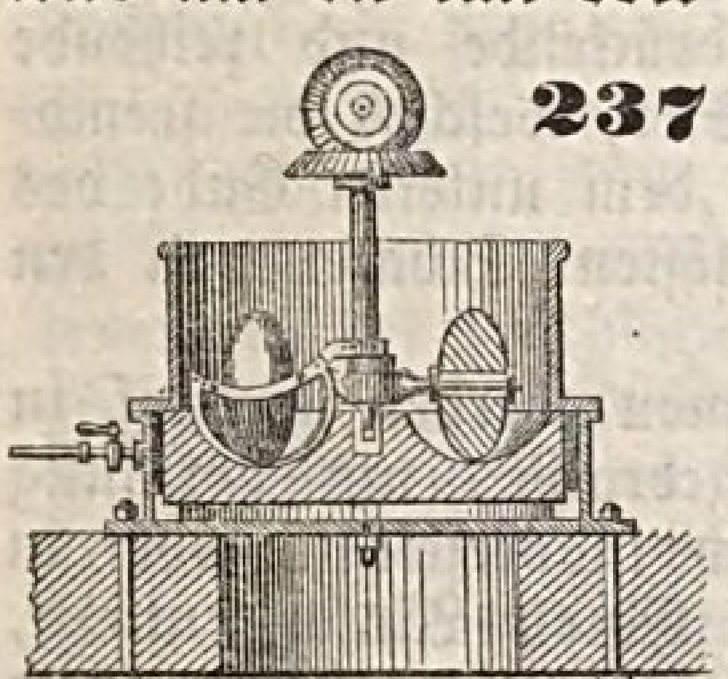


236



ter gerieben und endlich durch ein Streichmesser abgestrichen; der an der Walze B hängengebliebene Antheil der Masse dagegen gelangt zwischen A und B zurück. Durch einige unter den Walzen aufgestellte Kohlenbecken ertheilt man dem Ganzen die nöthige Wärme. Da die in unserer Zeichnung dargestellten beiden Mühlen zu demselben Zweck dienen, so werden sie nicht, wie man nach der Zeichnung vermuthen könnte, beide, sondern es wird nur die eine oder die andere angewandt.

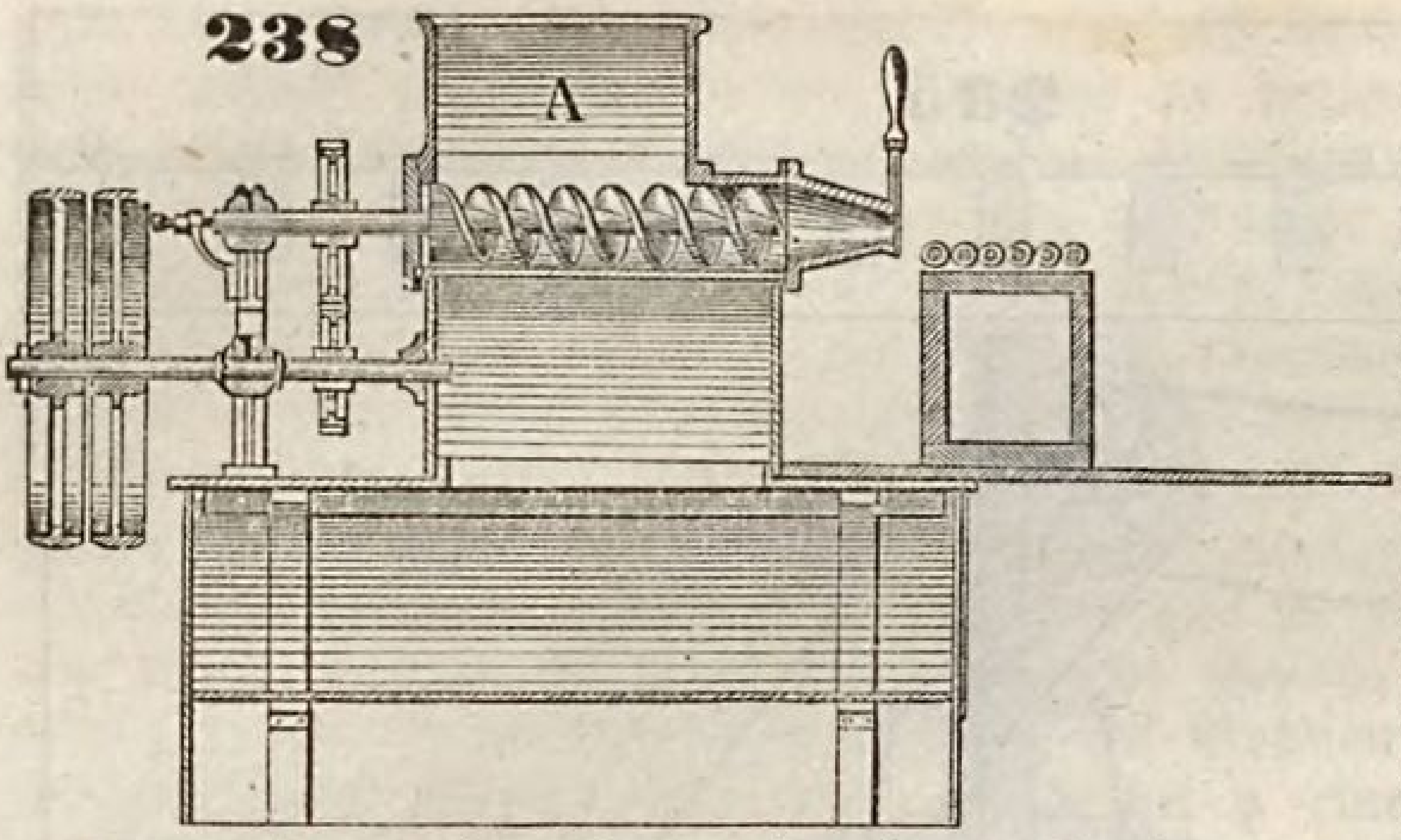
237



Figur 237 ist ein vertikaler Durchschnitt einer Kakaomühle, welche zum vorläufigen Zerquetschen der Kakaobohnen dient. Zwei eiserne, im Durchschnitt elliptisch gestaltete Läufer laufen im Kreise in einer flachen kreisförmigen Rinne des Bodensteines, welcher letztere durch Dampf erwärmt werden kann. Gewöhnlich wird auch in dieser Mühle schon der Zucker zugesetzt.

Figur 238 zeigt eine Maschine, die dazu dient, die fertig gemahlene, noch weiche Chokolate zu verdichten und bequem in gleiche Portionen zu vertheilen. Unter dem Rumpf A ist eine Schraube ohne Ende, welche die Masse ergreift und durch die konische Oeffnung wie bei einer Nudelpresse in Gestalt eines Zylinders herauspreßt, welcher sich auf dem davor befindlichen Rollensystem fortschiebt. Mittelst eines Messers, in Fig. 239 besonders abgebildet, schneidet ein Arbeiter gleiche Längen ab, und bildet so gleiche Portionen.

238



Die Anfertigung der Chokolate, so wie sie in den Pariser Fabriken üblich ist, wird folgendermaßen vorgenommen: Es werden gewöhnlich zwei Sorten Kakao zusammen genommen, deren eine möglichst fett, die andere von möglichst lieblichem Geschmack ist. Man fängt damit an,

239



den rohen Kakao in einem Sack von grober Leinwand und sodann auf einem Drahtsieb zu schütteln, um ihn von Staub und anderen fremden Beimischungen zu reinigen, worauf man zum Rösten schreitet. Nachdem man ihn also in den Brenner und diesen in den Ofen gebracht hat, gibt man zuerst gelinde Hitze, damit die Bohnen Zeit haben, sich gleichmäßig aufzublähen, und damit die Feuchtigkeit des Kernes entweichen könne; denn bei zu raschem Brennen würde die Oberfläche der Bohnen erhärten, und den Dämpfen aus dem Innern den Durchgang erschweren. Nach und nach verstärkt man das Feuer und setzt die Röstung so lange fort, bis die Schale der Bohnen sich stark aufgeblähet hat, sich leicht ablösen läßt, und der Kern von der Schale getrennt, in noch heißem Zustande zwischen den Fingern zerbricht, ohne sich platt zu drücken. So wie dieser Punkt erreicht ist, schüttet man die Bohnen auf einen Tisch, und wenn sie halb erkaltet sind, rollt man eine hölzerne Walze unter gelindem Druck darüber hin und her, um die Schalen zu zerbröckeln; statt dieses Walzens bedienen sich andere Fabrikanten einer Mühle, aus zwei mit stumpfen Nägeln beschlagenen hölzernen Walzen bestehend, zwischen welchen die Bohnen hindurch gelassen werden. Noch zweckmäßiger ist eine von Hermann erfundene Maschine, aus einer kleinen gußeisernen Walze von 6 Zoll Durchmesser und 22 Zoll Länge, die mit stählernen Zähnen besetzt ist, und sich in dem Boden eines Rumpfes dreht. Dicht neben der Walze ist eine schräg liegende Metallplatte angebracht, die durch eine Menge kleiner Zähne eine rauhe Oberfläche nach Art einer Reibe besitzt. Wird nun der Zylinder gedreht, so fallen die Kakaobohnen zwischen ihn und die Reibe, und werden durch die zugleich drückende und reibende Wirkung entschält. Unter dem Zylinder ist ein Sieb, welches die fremdartigen Substanzen durchfallen läßt, während über dem unteren Ende des Siebes ein Ventilator sich dreht, der die abgelösten Schalen von den Kernen hinwegbläst.

Die von Schalen und Staub gereinigten Bohnen werden hierauf in die oben beschriebene Quetschmühle (Fig. 237) gebracht, um vorläufig zerkleinert zu werden, worauf man entweder gleich in derselben, oder in einer besonderen Quetschmühle, welche dann nur Einen Läufer enthält, den Zucker, gewöhnlich in gleicher Gewichtsmenge mit dem Kakao, und das erforderliche Gewürz (Vanille) zusetzt.

Nach diesen Vorbereitungen folgt nun das eigentliche Feinmahlen der Chokolate, wozu man sich einer der oben beschriebenen und in Fig. 235 abgebildeten Mühlen bedient und die durch eine Wärme von etwa 25 ° C. erweichte Masse so lange bearbeitet, bis sie zu einer weichen, salbenartigen Konsistenz gebracht ist, ohne sich im Geringsten körnig anzufühlen. Die soweit fertige Chokolate wird sodann durch die in Fig. 238 abgebildete

Maschine komprimirt und in Portionen abgetheilt, und diese werden endlich in flachen Kästen von Blech zu Tafeln geformt. Auch zu diesem letzteren Zwecke sind besondere Maschinen erfunden, deren Beschreibung jedoch übergangen werden muß. Eine sehr sinnreiche, aber auch höchst komplizirte Maschine dieser Art ist von Devink erfunden, und in dem Bulletin de la Société pour l'encouragement etc. 29. Jahrgang, ausführlich beschrieben.

Chrom. Dieses von Vauquelin entdeckte Metall kommt nicht nur nicht im gediegenen oder metallischen Zustande vor, sondern ist aus seinen Sauerstoffverbindungen so ungemein schwierig zu reduziren, daß es, wenigstens als wohlgeflossenes zusammenhängendes Metallkorn kaum bekannt ist.

Das einzige in hinreichender Menge vorkommende Chromerz, um eine technische Anwendung zu gestatten, ist der Chromeisenstein, eine Verbindung von Chromoxyd mit Eisenoxydul. Er hat eine eisenschwarze Farbe, unvollkommenen Metallglanz, und ist vollkommen undurchsichtig. Spez. Gew. des reinen = 4,5 des unreinen, wie er im Handel vorkommt, etwa 3 bis 4. Vor dem Löthrohr ist er unschmelzbar, und bildet, mit ein wenig Soda zusammengeschmolzen, eine gelbliche Masse, die sich im Wasser mit gelber Farbe auflöst. Im Boraxglase löst er sich bei strenger Hitze vollständig zu einem schön grün gefärbten Glase auf. Er wirkt im natürlichen Zustande nicht auf die Magnetnadel, wird jedoch nach vorhergegangener Behandlung in dem reduzirenden Theil der Löthrohrflamme gezogen. Das Chromeisen wurde früher meistentheils aus Nord-Amerika bezogen, wo es in den Bare-hills bei Baltimore in Maryland in ziemlicher Menge vorkommt, es hat sich jedoch in neuerer Zeit auch an vielen Punkten in Europa gefunden, so z. B. auf den Shetland-Inseln Unst und Fetlar, im Departement du Var in Frankreich, bei Portsoy in Banffshire, dann in Schlesien, Böhmen, in Steiermark, ferner in Norwegen und an anderen Orten.

Der Chromeisenstein wird allemal zuerst auf chromsaures Kali verarbeitet, aus welchem dann ferner die übrigen Chrompräparate dargestellt werden. Zu dem Ende sucht man das Erz so viel wie möglich von der Gangart zu sondern, worauf es in einer Mühle mit sehr schweren rollenden Steinen ganz fein gemahlen und gesiebt wird. Das Pulver wird nun mit einem Drittheil oder der Hälfte gröblich zerstoßenen Salpeters gemengt, mehrere Stunden lang auf dem Herde eines Flammofens sehr heftig gebrannt und während dem einige Male umgerührt.

Statt des kostbaren Salpeters bedienen sich einige Fabrikanten des kohlensauren Kali, welches zwar denselben Zweck, ihn aber viel langsamer und schwieriger erfüllt, da es sich um eine Oxydation des Chromoxydes zu Chromsäure handelt. Salpeter leistet dieses durch den in ihm enthaltenen, in der Glühhitze frei werdenden Sauerstoff, kohlensaures Kali hingegen nur durch Zutritt von atmosphärischem Sauerstoff. Wird nun die Schmelzung in einem Flammofen vorgenommen, und dafür gesorgt, daß stets ein Ueberschuß von freiem Sauerstoff im Ofen ist, so geht die Bildung von chromsaurem Kali allmälig von Statten, aber begreiflicher Weise sehr langsam. Andere Fabrikanten nehmen kohlensaures Kali mit einem Zusatz von Salpeter, was gewiß sehr zu empfehlen ist. Der Preis von Salpeter und Pottasche, so wie der des Brennmaterials wird bei Entscheidung über diesen Punkt maßgebend sein müssen.

Die gebrannte Masse wird aus dem Ofen gezogen, mit Wasser ausgelaugt und die erhaltene hellgelbe Lösung rasch abgedampft, wobei neutrales chromsaures Kali in Gestalt kleiner körniger Krystalle zu Boden fällt, die man von Zeit zu Zeit mit einer breiten fein durchlöcherten

Schaufel herausnimmt und zum Ablecken in Kästen schlägt. Dieses Salzmehl wird nun entweder durch Wiederauflösen im Wasser und langsames Abdampfen in Form größerer Krystalle von neutralem chromsaurem Kali dargestellt, oder, viel häufiger, in doppelt chromsaures Kali verwandelt, indem man die konzentrirte Lösung mit Salpeter- oder Schwefelsäure ansäuert. Man fährt mit dem Zusatz dieser Säure so lange fort, bis eine Probe der Flüssigkeit, die zugleich eine dunkelgelbe Farbe annimmt, durch Zusatz einiger Tropfen Kupfervitriollösung keinen Niederschlag mehr hervorbringt. Die Flüssigkeit, durch Abdampfen konzentrirt, liefert beim Abkühlen große Krystalle von doppelt chromsaurem Kali, während zugleich auch das salpeter- oder schwefelsaure Kali krystallisirt. Da sich diese letzteren Salze durch ihre weiße Farbe von dem dunkelgelben chromsauren Kali leicht unterscheiden, so ist es nicht schwierig, sie durch Auslesen von letzterem zu trennen, welches dann durch nochmaliges Umkrystallisiren gereinigt wird.

Das doppelt chromsaure Kali krystallisirt in großen, vierseitig tafelförmigen Krystallen von lebhaft feuerrother Farbe. Es hält sich an der Luft völlig unverändert, hat einen bitterlich metallischen Geschmack und bedarf bei 15° zehn Theile, bei 100° nur die Hälfte seines Gewichts Wasser zu seiner Lösung. Es besteht in 100 Theilen aus 68,8 Chromsäure und 31,2 Kali. Die Anwendung dieses Salzes in der Färberei und Kattundruckerei, sowie zur Darstellung von Chromgelb und anderen Chromfarben ist sehr bedeutend, weshalb es an vielen Orten fabrikmäßig bereitet wird.

Chromsaures Bleioxyd ist unter allen Verbindungen des Chroms die technisch wichtigste, indem es theils als Chromgelb, theils als Chromorange eine sehr ausgedehnte Anwendung als Malerfarbe findet. Beide entstehen beim Mischen einer Bleisolution, gewöhnlich essigsaurem oder salpetersaurem Bleioxyd, mit chromsaurem Kali, wobei sich diese Salze gegenseitig zersetzen. Wendet man doppelt chromsaures Kali und ein neutrales Bleisalz (Bleizucker) an, so entsteht ein Niederschlag von schön hellgelber Farbe, während der Niederschlag mit neutralem, chromsaurem Kali schon dunkler gelb ausfällt. Nimmt man aber statt des neutralen Bleisalzes basisch essigsaures Blei, und setzt auch dem chromsauren Kali wohl etwas ätzendes Kali zu, so bildet sich ein Niederschlag von orangegelbem basisch-chromsaurem Bleioxyd.

Zur Herstellung geringerer Sorten Chromgelb fügt man dem chromsauren Kali etwas Alaun oder Schwefelsäure zu, wodurch dann schwefelsaures Blei gefällt wird und dem gleichzeitig mitgefällten chromsauren Blei zur Verdünnung dient. Auch wenn man schwefelsaures Blei, wie es bei mehreren Prozessen, besonders bei der Darstellung der essigsauren Thonbeize für die Kattundruckerei in Menge als fast werthloses Nebenprodukt gewonnen wird, mit einer Auflösung von chromsaurem Kali digerirt, so geht das schwefelsaure Blei, wenigstens oberflächlich, in chromsaures Blei über, und stellt so eine ganz brauchbare Sorte Chromgelb dar.

Liebig und Wöhler haben ein Verfahren zur Herstellung eines basisch chromsauren Bleioxydes von schön zinnoberrother Farbe, Chromroth, entdeckt. Man schmelzt Salpeter in einem Tiegel und trägt reines Chromgelb in kleinen Portionen langsam ein. Hierbei entsteht jedesmal ein lebhaftes Aufbrausen, die Masse färbt sich schwarz, und bleibt auch so während der ganzen Behandlung. Man fährt mit dem Eintragen von chromsaurem Blei so lange fort, bis nur noch ein wenig Salpeter unzersetzt vorhanden ist, achtet aber während der ganzen Schmelzung sorgfältig darauf, den Tiegel nicht zu überhitzen, indem sonst das Produkt

weniger schön ausfällt. Endlich läßt man den Tiegel einige Minuten ruhig stehen, damit sich das chromsaure Blei zu Boden setze, gießt die klare, aus geschmolzenem Salpeter und chromsaurem Kali bestehende Masse ab und wäscht das Chromroth vollständig aus. Es ist hierbei wichtig, das Auswaschen möglichst schnell zu beendigen, weil das Chromroth bei längerer Berührung mit der Salpeterlauge einen Stich in's Gelbliche annimmt. Die Farbe des Chromroths steht zwischen der des Zinnober und der Mennige in der Mitte, ist aber etwas matt oder stumpf, weshalb diese Verbindung als Malerfarbe wenig Anwendung findet.

Ein drittes, technisch wichtiges Chrompräparat ist das grüne Chromoxyd, das besonders für die Porzellanmalerei als die schönste und am meisten feuerbeständige grüne Farbe von großer Wichtigkeit ist. Es kann auf sehr verschiedenen Wegen dargestellt werden und zeigt, je nachdem das eine oder andere Verfahren eingeschlagen wurde, kleine Unterschiede in der Nuance der Farbe. Am leichtesten gewinnt man es durch Glühen von chromsaurem Kali und Schwefel. Wenn nämlich ein Gemenge von gleichen Theilen doppelt chromsaurem Kali und Schwefel in einem Tiegel einer mäßigen Rothglühhitze ausgesetzt wird, so verbindet sich ein Theil des Schwefels mit Kalium zu Schwefelkalium; ein anderer Theil, durch den Sauerstoff des zu Kalium reduzirten Kali und der Chromsäure oxydirt, geht in Schwefelsäure über, die sich mit Kali verbindet, während das Chrom als Oxyd ausgeschieden wird. Beim Auswaschen der geglühten Masse werden Schwefelkalium und schwefelsaures Kali aufgelöst, während das grüne Chromoxyd zurückbleibt.

Die Darstellung des Chromoxydes zum Zwecke der Porzellanmalerei wird von den Arkanisten streng geheim gehalten, weil kleine, anscheinend unbedeutende Handgriffe in der Behandlung der Farbe auf das Resultat von Einfluß sind. Es gehört zu der kleinen Zahl jener Porzellanfarben, die ihrer Feuerbeständigkeit wegen unter der Glasur angebracht werden, also das Scharffeuer des Porzellanofens aushalten können.

Als Oel- oder Wasserfarbe wird das Chromoxyd nie gebraucht, und das im Handel als grüne Farbe sehr häufig vorkommende Chromgrün (auch grüner Zinnober genannt) ist nichts weiter als ein Gemenge von Chromgelb und Berlinerblau.

Die, den wesentlichen Bestandtheil der chromsauren Salze bildende, Chromsäure hatte bisher nur theoretisches Interesse; doch hat man neuerlich angefangen, sie zu technischen Zwecken zu verwenden. Die Darstellung der reinen isolirten Säure ist erst nach vielen vergeblichen Versuchen gelungen, und besteht darin, eine Auflösung von chromsaurem Kali mit Kieselfluorwasserstoffsäure zu fällen, den Niederschlag von Kieselfluorkalium von der Flüssigkeit zu trennen, diese in einem Platingefäß zur Trockne abzurauchen, und in wenigem Wasser wieder aufzulösen. Die so gewonnene, von einem kleinen Reste Kieselfluorkalium getrennte Flüssigkeit krystallisirt beim Abdampfen in zinnoberrothen, haarförmigen Krystallen, die aus reiner Chromsäure bestehen. Dieselbe wirkt ungemein stark oxydirend auf organische Substanzen und zerstört daher auch die meisten Pigmente. Sie kann aus diesem Grunde in der Kattundruckerei dem Chlor in gewissen Fällen substituirt werden, wo nämlich dieses letztere wegen allzuheftiger Wirkung nicht zulässig ist. Daniel Köchlin in Mühlhausen, dieser durch seine industriellen Unternehmungen nicht minder, wie durch Wissenschaftlichkeit berühmte, kürzlich leider verstorbene Fabrikant, machte die interessante Bemerkung, daß wenn chromsaures Kali mit Wein- oder Kleesäure und einer indifferenten vegetabilischen Substanz, z. B. Stärkemehl oder Zucker, und außerdem einer Mineralsäure zusammengebracht wird, eine sehr lebhafte Einwirkung unter Er-

hitzung und Entwickelung von Kohlensäure eintritt; daß ferner auch beim bloßen Vermischen der wässerigen Lösungen von chromsaurem Kali und Weinsäure eine Wechselwirkung unter Aufbrausen Statt findet, welche sich auch auf andere organische Stoffe, die gerade zugegen sind, so namentlich auf Farbstoffe erstreckt, wodurch sie zerstört und gebleicht werden. Köchlin nun wandte diese Eigenschaft der Chromsäure mit großem Erfolge in der Kattundruckerei an; da aber die bezweckte Wirkung schon durch chromsaures Kali in Verbindung mit einer stärkeren Säure erlangt wurde, so bedurfte es der reinen Chromsäure nicht.

Dieselbe oxydirende Wirkung der Chromsäure ist auch zu anderen Zwecken, z. B. zum Bleichen von Talg, Palmöl und anderen Fetten angewandt.

Chromsaures Zinkoxyd, durch Fällung von Zinkvitriol mittelst chromsauren Kali in Gestalt eines schön gelben Niederschlages gewonnen, kann in der Kattundruckerei Anwendung finden, da es sich in ätzendem Ammoniak auflöst und nach Verdampfung des Ammoniaks als unlösliches Pulver wieder ausscheidet. Wenn also mit dieser ammoniakalischen Lösung die Fäden des Kattuns getränkt und hierauf zur Verflüchtigung des Ammoniaks erhitzt werden, so bleibt das unauflösliche chromsaure Zink in den Poren der Fäden zurück und ertheilt ihnen eine gelbe Farbe.

Chromgelb, Chromgrün, Chromroth, s. den vorstehenden Artikel.

Cölestin. Ein Mineral, aus schwefelsaurem Strontian bestehend, das an vielen Orten, am schönsten in Gestalt durchsichtiger, farbloser Krystalle zu Girgenti in Sicilien, in Form einer stänglich krystallinischen Masse auf der Seiser Alp in Tirol, von fasrigem Gefüge und schmutzig himmelblauer Farbe in der Nähe von Jena, in England in der Formation des bunten Mergels bei Bristol vorkommt. Man benutzt ihn zur Darstellung der verschiedenen Strontianverbindungen, indem man den feinpulverisirten Cölestin mit Kohlenpulver scharf glüht, wodurch Schwefelstrontium entsteht; dieses in Wasser auflöset, mit Salpetersäure versetzt, kocht, filtrirt und abdampft, und so in salpetersauren Strontian umwandelt, welcher in der Feuerwerkerei zur Hervorbringung des bekannten Rothfeuers Anwendung findet.

Collodium ist Schießbaumwolle in einer Mischung von Aether mit wenig Weingeist gelöst. Wollte man zu diesem Zweck sich einer richtig beschaffenen, kräftig explodirenden Schießbaumwolle bedienen, deren Bereitung in dem betreffenden Artikel vorkommt, so würde man vergeblich versuchen sie aufzulösen. Um Schießbaumwolle zum Zweck der Collodiumbereitung darzustellen, werden 20 Gewichtstheile pulverisirten und wohl getrockneten Salpeters mit 30 Theilen guter englischer Schwefelsäure gemischt, die breiartige Mischung, wenn sie sich zu stark erhitzt haben sollte, durch Eintauchen des Gefäßes in kaltes Wasser abgekühlt, und sodann 1 Theil getrockneter Baumwolle hineingebracht und mit einem porzellanenen oder gläsernen Spatel etwa 5 Minuten lang darin durchgearbeitet. Man bringt nun das Ganze in eine Schale mit Regenwasser und sucht so schnell wie möglich durch Zupfen und Drücken die Säure von der Baumwolle zu trennen. Nachdem durch mehrmaliges Auswaschen mit erneuerten Portionen frischen Wassers alle Säure entfernt worden, trocknet man die Baumwolle in gelinder Wärme.

Die so erhaltene Schießbaumwolle ist als solche schlecht, indem sie langsam und unvollständig verbrennt, sie hat aber die Eigenschaft, in einer Mischung von Aether und Weingeist sich zu lösen. Zu diesem Ende wird

1 Gewichtstheil der Baumwolle mit 32 Theilen Schwefeläther in einer Glasflasche übergossen, dieselbe verkorkt und etwa 5 Minuten lang stark geschüttelt, worauf man 4 Theile 90prozentigen Weingeist nach und nach in kleinen Portionen hinzugibt und nach jedem Zusatz stark schüttelt. Die Baumwolle verliert dabei ihren Zusammenhang und löst sich mehr oder weniger vollständig zu einer Flüssigkeit von ölartiger Konsistenz auf. Um dieselbe von den ungelöst gebliebenen Fasern der Baumwolle zu trennen, drückt man sie durch Leinwand und bewahrt die erhaltene klare, schleimige Lösung in einem wohl verkorkten Fläschchen auf.

Am besten fällt das Präparat aus, wenn man die nach dem so eben beschriebenen Verfahren erhaltene Schießbaumwolle nach dem Trocknen derselben Behandlung noch einmal unterwirft. Sie hinterläßt dann beim Auflösen nur eine sehr geringe Menge ungelöster Fasern.

Die erhaltene Auflösung kann nachher mit Weingeist beliebig verdünnt werden.

Die Lösung des Collodiums trocknet an der Luft sehr schnell und hinterläßt einen vollkommen durchsichtigen, farblosen, glasartigen Ueberzug, welcher an der Fläche, auf welche er gebracht wurde, besonders wenn die Fläche rauh und der Ueberzug sehr dünn ist, so fest haftet, daß er nur mit Mühe davon getrennt werden kann; ist also in vielen Fällen als Firniß vortrefflich zu brauchen.

Man bedient sich des Collodiums häufig zum schnellen Verschließen von Schnittwunden statt des englischen Pflasters, gegen welches es den großen Vortheil darbietet, in Wasser und fast allen Flüssigkeiten unauflöslich zu sein, und beim Austrocknen sich stark zusammenzuziehen, wodurch die Wunde um so fester geschlossen und die Heilung beschleunigt wird.

Wird eine konzentrirte Collodiumlösung in einen Glaskolben geschüttet, durch Schwenken an den Wänden des Kolbens möglichst gleichmäßig vertheilt und hierauf durch Einblasen eines Stromes trockner Luft der Aether verdunstet, so läßt sich mit gehöriger Vorsicht und Uebung die feine Haut von den Wänden ablösen und aus dem Kolben ziehen. Man erhält so einen kleinen Luftballon, der mit Wasserstoffgas gefüllt vortrefflich steigt.

Auch zur Erzeugung photographischer Bilder auf Glas findet das Collodium eine sehr interessante Anwendung.

Mit der trockenen Hand gerieben, wird es in hohem Grade negativ elektrisch.

Cowdee, oder **Kauri.** Eine eigenthümliche Substanz, die in bedeutenden Quantitäten von Neuseeland in den Handel kommt und manche nützliche Anwendung gestattet. Es gehört zur Klasse der Harze, und fließt aus dem Stamme eines sehr schönen Baumes, der Dammara australis, oder Pinus kauri aus, der oft bei einer Dicke von 12 Fuß bis zu einer Höhe von 90 Fuß fast ohne alle Aeste aufsteigt, und 11füßige Blöcke von reinem Kernholz liefert. Das Harz kommt in Klumpen von der Größe einer Muskatnuß bis zu Blöcken von 2 bis 3 Centner im Handel vor. Die Farbe ist zum Theil milchweiß, verläuft sich aber auch ins Bernsteingelbe, oder selbst Dunkelbraune. Einzelne Stücke sind ganz durchsichtig und farblos. Die Härte dieses Harzes steht zwischen der von Kopal und Kolophonium in der Mitte; die weißen milchigen Stücke besitzen einen schwachen Geruch, der Aehnlichkeit mit dem des Elemi hat. Spez. Gewicht = 1,04 bis 1,06. Es ist sehr leicht entzündlich, verbrennt vollständig mit einer klaren, hellen Flamme, ohne dabei abzutropfen. Vorsichtig geschmolzen und erkalten gelassen, bildet es eine harte, zähe Masse, ungefähr wie Schellack. Im Alkohol ist es sehr leicht löslich, und liefert einen sehr guten Firniß, da es härter und im Allge-

meinen heller von Farbe als Mastir, dabei aber eben so leicht löslich ist. Zudem ist es wohl zehn Mal wohlfeiler als das letztere.

Die weingeistige Lösung mit ¼ einer Lösung des Harzes in Terpentinöl vermischt, gibt einen vortrefflichen, schnell trocknenden, fast farblosen, klaren und harten Firniß. Auch zur Siegellackfabrikation kann es mit Vortheil angewandt werden, zu welchem Ende man es mit Schellack und Terpenthin zusammenschmelzt und mit Zinnober oder anderen Farbstoffen färbt.

D.

Damast ist ein seidenes oder leinenes, auch wollenes oder halb- und ganz baumwollenes Gewebe mit großen Mustern, welche aus Darstellungen von Blumen, Früchten, Landschaften, Thierfiguren u. dgl. bestehen. Er gehört mit zu den künstlichsten Erzeugnissen der Weberei, und soll seinen Namen von der Stadt Damaskus haben, wo er ehemals verfertigt wurde. Der Damast enthält durchaus einen fünf- oder achtschäftigen (zuweilen auch zwölfschäftigen) Köper, welcher aber in den Figurtheilen von anderer Art ist, als in dem Grund, worauf die Zeichnung steht; durch dieses Mittel geht gerade der Unterschied zwischen Grund und Figur hervor. M. s. den Artikel Weberei.

Damaszenerklingen. Säbelklingen von ausgezeichneter Güte und eigenthümlichem Ansehen, die an mehreren Punkten des Orients, besonders in Damaskus angefertigt werden. Die Oberfläche dieser Klingen ist bunt gewässert, oder zeigt vielmehr weiße, silberfarbene und schwarze feinere und gröbere Streifen, die theils parallel, dabei entweder gerade oder krummlinig fortlaufen, theils sich in verschiedenen Richtungen verschlingen. Die Vortrefflichkeit dieser Klingen ist sprichwörtlich, daher sie denn auch von Militärpersonen sehr gesucht und als Kleinodien bewahrt werden.

Das Wesentliche jeder wahren Damaszirung liegt darin, daß verschiedene Stahlarten je nach ihrem verschiedenen Kohlenstoffgehalt nicht nur verschiedene Härte, selbst geringe Unterschiede der Farbe zeigen, sondern auch von Säuren verschieden stark angegriffen werden, so daß, wenn ein Arbeitsstück aus mehreren Stahlsorten zusammengeschweißt und nachher ausgeschmiedet wird, die einzelnen Stahllagen zwar eine entsprechende Ausdehnung oder sonstige Formänderung erfahren, ohne sich jedoch zu einer homogenen Masse zu verbinden, daher dann bei nachherigem Beizen der Oberfläche die der Säure zugänglicheren Theile vertieft und durch Bloßlegung des Kohlenstoffs grau gefärbt werden, und mit den übrigen weniger afficirten, daher auch heller erscheinenden Theilen eine eigenthümliche, mehr oder weniger feine, aus grauen und weißen Linien bestehende Zeichnung darstellen, welche oft selbst einen gewissen Grad von Regelmäßigkeit hat.

Eine genaue und zuverlässige Beschreibung der Art, wie die wahren Damaszenerklingen gemacht werden, gehört bis jetzt noch zu den frommen Wünschen, doch ist es in neuerer Zeit auch in Europa gelungen, sie fast vollkommen nachzubilden. Insonderheit den Bemühungen von Clouet und Hachette verdankt man die Ausmittelung des folgenden Verfahrens, wobei 1. die Erzeugung paralleler Streifen, 2. die Herstellung schraubenförmig gewundener Linien und 3. die Mosaik-Damaszirung unterschieden werden müssen.

Das erste, noch jetzt bei mehreren französischen Messerschmieden übliche Verfahren besteht darin, ein Päckchen dünner Stahlplatten von verschie-

dener Beschaffenheit zu bilden, in die Oberfläche der zu oberst liegenden mit einem Grabstichel beliebige Figuren einzugraben und nun das Ganze zusammenzuschweißen. Bei dem gewaltsamen Hämmern preßt sich nun der Stahl von der hinteren Seite in die Höhlungen der Gravirung hinein, so daß mithin sämmtliche Platten an den Stellen der Gravirung eine Ausbiegung erfahren, die bei dem Aetzen als Damaszirung zum Vorschein kommt.

Die Bewirkung schraubenförmig gewundener Muster macht viel weniger Schwierigkeiten, und ist daher auch weit mehr in Gebrauch, als die vorhin beschriebene Art. Man bindet mehrere Stahlstäbe mit Eisendraht zusammen, schweißt sie, schmiedet sie zu einer Stange aus, und dreht sie mehrere Male um sich selbst oder um ihre eigene Achse um. Man überschmiedet sie nun wieder, dreht sie abermals und wiederholt diese Behandlung noch einige Male, worauf man die Stange der Länge nach aufhauet und die beiden Hälften mit den Rückseiten wieder an einander schweißt. Die hierdurch erhaltenen Oberflächen stellen eine hübsche Damaszirung in mannichfach gewundenen Streifen und sonstigen Konfigurationen dar.

Bei der Mosaik-Damaszirung fängt man genau so wie bei der letztbeschriebenen Methode an, indem man ein Bündel Stahlstangen zusammenschweißt, ausschmiedet, dreht und wieder ausschmiedet. Die Stange wird in kurze Stücke von ziemlich gleicher Länge zerschrotet, diese zu einem Bündel aneinander gelegt, zusammengeschweißt und zu einer Klinge ausgeschmiedet. Begreiflicherweise entsteht so eine sehr bunte, aus vielen einzelnen Mustern zusammengesetzte Damaszirung.

Das Clouet'sche Verfahren hat ganz abgesehen von der ausgezeichneten Biegsamkeit, ungemeinen Elastizität und Härte seiner Klingen den Vorzug, daß sich in ihrer Masse selbst beliebige Zeichnungen, Buchstaben, Inschriften &c. anbringen lassen.

Allein bei aller Vortrefflichkeit der Clouet'schen Klingen und ihrer Damaszirung konnte durch die beschriebenen Methoden doch nicht die gewässerte Damaszirung der echten Klingen hervorgebracht werden, so daß immer noch ein wesentlicher Unterschied übrig blieb.

Aber auch diese Aufgabe ist endlich durch Bréant gelöst. Er hat nämlich dargethan, daß die orientalischen Klingen aus einem kohlenstoffreicheren Gußstahl, als der gewöhnliche europäische, bestehen, in welchem durch zweckmäßig geleitete Abkühlung eine Sonderung und theilweise Krystallisation zweier verschiedener Eisencarburete stattgefunden hat. Diese Sonderung beim langsamen Erstarren des Gußstahls ist es, die der orientalischen Damaszirung zum Grunde liegt, die aber nicht eintritt, wenn man, wie dieß bei der Gußstahlfabrikation gebräuchlich ist, den geschmolzenen Stahl in eiserne Eingüsse gießt, um ihn schnell zum Erstarren zu bringen.

Crivelli in Mailand hat folgende Methode angegeben, um verschiedene Arten von Damaszirung durch einerlei Grundverfahren darzustellen. Er umwickelt geschmiedete Stahlschienen von 1 bis 1½ Zoll Breite und ¾ Linie Dicke in weitläufigen Schraubenwindungen mit Eisendraht von ebenfalls ¾ Linie Dicke; drückt dann durch Hämmern in der Rothglühhitze den Draht zum Theil in die Stahloberfläche hinein; legt eine Anzahl so vorbereiteter Schienen auf einander und schweißt sie zusammen. Der geschweißte und noch ferner ausgestreckte Stab wird in zwei oder drei Theile zerhauen; diese legt man aufeinander und vereinigt sie durch Schweißung. Indem man ein gleiches Verfahren noch einige Male wiederholt vornimmt, wird zuletzt erreicht, daß der Stab aus einer großen Zahl dünner Schichten von wechselweise Stahl und Eisen besteht. Schmie-

det man hieraus eine Klinge, so erhält diese nach dem Abschleifen beim Beizen mit durch Salpetersäure geschärftem Essig eine recht gute, aber einfache, unregelmäßige und sehr vom Zufall abhängige Damaszirung. Feilt man aber auf der Oberfläche des Stabes einzelne Stellen nach einer bestimmten Regel vertieft aus, und schmiedet nachher den Stab wieder gerade, oder erzeugt man durch Schmieden in Gesenken beliebige Erhöhungen, die dann weggeschliffen werden: so kann man hiedurch mancherlei willkürliche Muster hervorbringen.

Damaszziren. Dieser Ausdruck bezeichnet mehrere wesentlich von einander verschiedene Methoden zur Verzierung des Stahls. Die eine und zwar die wichtigste Art ist in dem vorhergehenden Artikel abgehandelt. Eine zweite Art Damaszirung besteht in dem Aetzen matter Verzierungen auf polirten Stahlwaaren (s. Aetzen, S. 82); eine dritte in der Verzierung von Stahl- und Eisen-Arbeiten mit goldenen oder silbernen Auslegungen, wie sie besonders bei Säbelklingen, Gewehrläufen, Gewehr- und Pistolenschlössern rc. sehr beliebt sind. Man gravirt oder ziselirt zu diesem letzteren Zwecke die Zeichnungen mit starken Zügen in das Metall und füllt diese Vertiefungen mit hineingehämmertem Gold- oder Silberdrahte aus. Auch die Vergoldungen mit Blattgold, welches auf die theilweise mattgeätzten und dann erhitzten Säbel- und Degenklingen mittelst des Polirstahls aufgerieben wird, rechnet man öfters zu der damaszirten Arbeit.

Dammar oder Dammarputi, Steinharz, Katzenaugenharz wird von dem Dammarbaume (Pinus Dammara), einem der höchsten der in Ostindien und auf den Molukken wachsenden Bäume, dessen Stamm oft 8 bis 10 Fuß im Durchmesser erreicht, gewonnen. Es bilden sich bei demselben nahe über der Wurzel kopfgroße Auswüchse, aus denen ein klebriger Saft fließt, der nach einigen Monaten zu einem festen Harz erhärtet.

Es kommt in unregelmäßigen Stücken von verschiedener Größe vor, ist hellgelb, mitunter fast farblos, durchsichtig, äußerlich gewöhnlich mit einem mehlartigen Pulver bestäubt; von muschligem, stark glänzendem Bruch, geruch- und geschmacklos. Es ist in Weingeist, selbst absolutem Alkohol nur theilweise, in Aether schon besser, ganz vollständig aber in Terpenthinöl löslich und bildet damit einen sehr guten Firniß. Als besonders gut wird die Auflösung von 3½ Th. Dammar in 4 Th. Terpenthinöl und 2 Th. absolutem Alkohol empfohlen. Dieser Firniß trocknet gut und übertrifft selbst den Mastixfirniß in Klarheit, Farblosigkeit und Härte. Von den Malern wird er als Retouchirfiniß gebraucht.

Dampf wird die elastische (gasförmige) Flüssigkeit genannt, welche aus irgend welcher tropfbaren Flüssigkeit durch Aufnahme von Wärme entstanden ist. Für technische Zwecke hat fast ausschließlich der Wasserdampf Wichtigkeit, und von diesem allein wird daher im Folgenden die Rede sein. Manche neuere Physiker und Chemiker gebrauchen dafür den Namen Wassergas.

Erwärmt man tropfbare Flüssigkeiten bis zu einem gewissen Grade, so tritt jene Erscheinung ein, welche man das Sieden oder Kochen nennt. Diejenige Temperatur, bei welcher dieser Zustand eintritt, nennt man den Siedpunkt der Flüssigkeit, und dieser hängt sowohl von der Natur derselben, als auch von dem auf ihr lastenden Drucke ab. Die dann sich bildende gasartige Flüssigkeit ist es aber, welche insbesondere Dampf genannt wird, wogegen die unter dem Siedepunkt entstehende den Namen Dunst erhält.

Wie sehr der Siedepunkt von dem gedachten Drucke abhängt, erkennt man schon daran, daß Wasser, welches unter gewöhnlichem Luftdrucke bei 80° R., 100° C. oder 212° F. siedet, in verdünnter Luft, wie unter dem Rezipienten einer Luftpumpe oder auf hohen Bergen, bei einer weit niedrigeren Temperatur in diesen Zustand tritt; eben so kocht das Wasser im Pulshammer (einer luftleeren, Wasser enthaltenden Glasröhre) bei bloßer Berührung mit der warmen Hand, u. dgl. m. Auf diese Erscheinung gestützt hat man Vorrichtungen zur Anfertigung von Extrakten bei gelinder Wärme erfunden, so wie man sie vortheilhaft für die Einkochung des Zuckersyrups verwendet.

Umgekehrt kann z. B. das Wasser in einem fest verschlossenen Gefäße über 100° C., ja bis zur Glühhitze erhitzt werden, ohne zu sieden. Die Wirkung des Papinischen Topfes, eines kupfernen, luftdichten Gefäßes, in welchem z. B. Knochen mürbe gekocht werden, erklärt sich hieraus, u. dgl. m.

Schon aus dem eben Angeführten erhellt, daß die beim Sieden entstehenden Dämpfe eine gewisse Kraft haben müssen, um den auf der Flüssigkeit lastenden Druck überwinden zu können. Noch deutlicher aber tritt dieses hervor, wenn man Wasser in Gefäßen, wie Dampfkessel, erhitzt, wo der sich bildende Dampf bei fortgesetzter Erwärmung endlich die Wände zu sprengen vermag. Diese drückende Kraft des Dampfes ist es, welche man die Spannkraft, Expansivkraft oder Elastizität desselben zu nennen pflegt, und auf welcher allein seine Verwendung zum Betriebe der Dampfmaschinen beruht.

Für die Verwendung des Dampfes in den Gewerben und der Industrie ist das Messen dieses Druckes von der größten Wichtigkeit. Das Gewöhnlichste ist, dieses Druckmaß durch die Höhe (Zolle) einer Quecksilbersäule, durch die Zahl von Atmosphären oder durch den Druck auf eine Flächeneinheit, wie z. B. den Quadratzoll oder Kreiszoll, anzugeben.

Da nämlich das Wasser bei 100° C. kocht, so besitzt der sich so bildende Dampf eine Kraft, welche der Spannkraft der gewöhnlichen atmosphärischen Luft, der Atmosphäre, gleich ist. Eine Quecksilbersäule, welche von der Spannkraft des gedachten Dampfes getragen wird, wird deßhalb, wie das Barometer bei dem gewöhnlichen Luftdrucke, eine Höhe von circa 30 engl. Zollen haben, so daß die Höhe einer solchen Quecksilbersäule recht gut als relatives Maß für die Spannkraft des Dampfes dienen kann *).

Da ferner der Dampf von mehr als 100° C. Wärme eine größere Spannkraft als die atmospärische Luft besitzt, und diese Kraft durch Erhöhung der Temperatur diejenige der Atmosphäre um das Zweifache, Dreifache, Vierfache u. s. w. übersteigen kann, so sieht man, wie man für die höhere Pressung des Dampfes den Druck der gewöhnlichen Luft zur Maßeinheit annehmen und von Dampf von 2, 3, 4 und mehreren Atmosphären Spannung sprechen kann. Hiermit hängt zugleich die Angabe der Dampfspannung in Pfunden auf einen Quadrat- oder Kreiszoll Fläche zusammen. Da man nämlich weiß, daß die gewöhnliche atmosphärische Luft auf alle Körper mit ungefähr 15 Pfund englisch auf den Quadratzoll drückt, so muß auch Dampf von 1 Atmosphäre Spannung

---

*) Die Annahme von 30 Zoll Quecksilberhöhe wird gewöhnlich von den Engländern gemacht, die Deutschen nehmen 28 Pariser Zoll, die Franzosen 76 Centimenter dafür an, welche Größen wenig von einander abweichen. Zu bemerken möchte indeß dabei sein, daß genau genommen, diese Höhen auf eine Temperatur des Quecksilbers von 0° C. reduzirt zu verstehen sind.

denselben Druck zeigen, und ein Druck von 30 Pfund die Spannkraft von 2 Atmosphären angeben, u. s. f.

Ein sowohl für die Verwendung des Dampfes, als auch zur Ermittlung der Eigenschaften desselben zu beachtender Umstand ist der Unterschied zwischen gesättigten und nicht gesättigten Dämpfen. Gesättigt — oder im Dichtigkeitsmaximum befindlich — nennt man Dampf, dessen Spannkraft durch Vergrößerung oder Verkleinerung des Raumes, in welchem er sich befindet, nicht verändert werden kann, bei welchem vielmehr diese Veränderung allein von der jedesmaligen Temperatur abhängt.

Befindet sich nämlich in einem Gefäße eine solche Menge der zu verdampfenden Flüssigkeit, daß der gebildete Dampf immer in Berührung mit der ersteren bleiben kann, so wird stets nur eine der jedesmaligen Temperatur entsprechende Menge der Flüssigkeit in Dampf verwandelt werden, dergestalt, daß ein Theil dieses Dampfes sofort wieder tropfbar flüssig wird, sobald seine Wärme sinkt; der Dampf kann also bei dieser Temperatur nicht dichter werden, und heißt diesem nach gesättigter oder im Maximum seiner Dichte befindlicher Dampf. Hiernach entspricht derselben Temperatur des Dampfes eine und dieselbe Spannkraft und umgekehrt. Vermehrt man den Raum, in welchem sich dieser Dampf befindet, und bleibt die Temperatur dieselbe, so wird sich eine neue Menge Dampf bilden, welche den neuen Raum auf gleiche Weise sättigt, und wobei Spannkraft und Temperatur ganz dieselben wie im früheren Zustande sind. Vermindert man den gedachten Raum wieder bis zur ursprünglichen Größe und bleibt die Temperatur abermals dieselbe, so wird sich eine Menge Dampf niederschlagen, die der bei Vergrößerung des Raumes neu entstandenen gleich ist, und Dichtigkeit und Spannung sind wieder dieselben. Vorstehendes gibt ein Bild von dem, was in den Kesseln der gewöhnlichen Dampfmaschinen vorgeht, bei welchen der Dampf während des ganzen Kolbenweges in den Zylinder der Maschine strömt. Hier wird der Kessel in direkte Verbindung mit dem Zylinder gesetzt, in welchem sich der Kolben bewegt, die Temperatur bleibt dieselbe und der vom Dampfe eingenommene Raum wird bald vermehrt, bald vermindert.

Trennt man die tropfbare Flüssigkeit vom Dampfe, so findet diese Abhängigkeit zwischen Spannkraft und Temperatur nicht mehr Statt. Denn erhöht man die Temperatur, so kann der Sättigungszustand deßhalb nicht eintreten, weil keine Flüssigkeit zum Verdampfen mehr vorhanden ist. Erweitert man den Raum, welchen solcher Dampf einnimmt, um das Doppelte, und bleibt während dieser Zeit die Temperatur dieselbe: so wird er sich in diesem Raume gleichmäßig verbreiten, und dabei ziemlich die Hälfte der vorigen Spannkraft zeigen. Letzteres stimmt beinahe mit dem von Mariotte für die Gase gefundenen Gesetze überein, welches sich für nicht gesättigte Dämpfe so gestaltet, daß es heißt: „Es verhalten sich die Volume wie umgekehrt die um eine konstante Größe vermehrten Pressungen,“ dabei immer noch Gleichheit der Temperaturen vorausgesetzt.

Was die Volumausdehnung des Wasserdampfes durch die Wärme betrifft, so nahm man bisher an, daß er sich nach dem Gay-Lussacschen Gesetze, wie die Gase, für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers um 0,00367 *) ausdehnt, welcher letztere Werth jedoch, nach den neuesten Untersuchungen Holzmanns, durch 0,004233 zu ersetzen ist. Ueberhaupt dürfte der Satz als ganz entschieden auszusprechen sein, daß Wasser-

*) Statt des Gay-Lussac'schen Coefficienten 0,00375 ist hier der angeführt, welcher den Versuchen von Regnault und Magnus entspricht.

dämpfe weder dem Mariotte'schen Gesetze folgen, noch sich um dieselbe Größe wie die Gase ausdehnen, und daß in diesen beiden Eigenschaften zugleich der wesentlichste Unterschied zwischen Gasen und Dämpfen begründet ist.

Was die Bestimmung der Dichtigkeit oder des spezifischen Gewichtes des Wasserdampfes betrifft; so fand Gay-Lussac aus sorgfältigen Versuchen, daß ein Liter Wasserdampf von 100° C. und bei 0,76 Meter Barometerstand 0,58948 Gramm wiegt. Da nun ein Liter atmosphärische Luft unter gleichen Verhältnissen 0,94544 Gramm wiegt, so ist die Dichtigkeit des Wasserdampfes, in Beziehung auf atmosphärische Luft $\frac{58948}{94544}$ d. i. circa $^5/_8$, ein Verhältniß, was bei gleichem Druck und gleicher Temperatur des Dampfes mit der Luft fortwährend dasselbe bleibt. Neuere Physiker wollen die Dichtigkeit etwas größer als $^5/_8$ gefunden haben.

Hieraus erkennt man zugleich, auf welche Weise man berechnen kann, wie viel Dampf von gegebener Spannkraft und Temperatur ein gegebenes Volumen Wasser zu liefern vermag, da sich das Dichtigkeits-Verhältniß des Wassers von gegebener Temperatur gegen Luft immer leicht angeben läßt.

Bei der Angabe eines gewissen Volumens Dampf hat man außerdem wohl den Unterschied zwischen relativem und absolutem Volumen zu beachten. Unter ersterem versteht man das Volumen eines Gewichtes Dampf auf das Volumen desselben Gewichtes Wasser bezogen, oder den umgekehrten Werth seiner Dichte. Unter letzterem begreift man das Volumen, wie es von dem jedesmaligen Rauminhalte des Gefäßes abhängt, worin der Dampf enthalten ist. So kann Dampf von 100° C. oder 1 Atmosphäre Spannung jedes Gefäß von beliebiger Größe füllen, jedes beliebige absolute Volumen annehmen, während sein relatives Volumen in dem genannten Falle immer 1700 Mal größer als das Volumen Wasser ist, aus welchem er gebildet wurde.

Bei den Verwendungen des Dampfes, besonders zum Betriebe der Dampfmaschinen, ist es wichtig, das relative Volumen, namentlich des gesättigten Dampfes, für jede gegebene Spannkraft und Temperatur angeben zu können. Wäre das Mariotte'sche Gesetz direkt anwendbar, so könnte die Ermittlung auf dieses unmittelbar gestützt geschehen; da dies aber nicht der Fall ist, so hilft man sich damit, daß man das gedachte Gesetz mit dem Gesetze von Gay-Lussac entsprechend verbindet.

Eine andere wichtige Frage ist die, ob die zur Konstituirung des Dampfes der Umgebung entnommene und durch das Thermometer nicht erkennbare, gebundene (latente) Wärme bei jeder Temperatur des Dampfes dieselbe sei oder nicht. Wie hierüber die neuesten Beobachtungen (von Regnault) entschieden haben, findet sich bereits im Artikel Abdampfen (S. 5) angegeben.

Hiernach beträgt

für die Temperatur	die Summe der freien und latenten Wärme	die latente Wärme allein
100°	637°	537°
200°	667,5°	467,5°
300°	698°	398° u. s. f.

So wie die Dichtigkeit des gesättigten Dampfes mit der Temperatur zunimmt, ebenso ist dieses mit der Spannkraft oder Elastizität der Fall, und zwar will Dalton das allgemeine Gesetz aufgefunden haben, daß sie bei allen Arten von Dämpfen, von ihrem jedesmaligen Siedepunkte an gerechnet, für gleiche Zunahmen der Temperatur gleich sei. Direkte Versuche mit dem Wasserdampfe haben später hierüber so weit entschieden, als dies für die Verwendung des Dampfes zu gewerblichen und indu-

striellen Zwecken immer nöthig ist, obwohl man sich, streng genommen, bis heute vergeblich bemüht hat, eine mathematische Formel aufzufinden, welche diese Abhängigkeit zwischen Spannkraft und Temperatur für alle Fälle finden ließe.

Die ausgedehntesten und sorgfältigsten Versuche genannter Art haben unstreitig die französischen Physiker Dulong und Arago angestellt. Dieselben maßen die Spannkraft des Dampfes durch wirkliche Quecksilbersäulen, die in Krystallglasröhren enthalten waren, welche zusammen eine Höhe von 80 Pariser Fuß bildeten. Diese Versuche lieferten Resultate von dem Drucke einer Atmosphäre bis zu dem von 24 Atmosphären und zwar so, wie dieselben in nachstehender Tabelle enthalten sind.

Elastizität des Wasserdampfes, den Druck der Atmosphäre zur Einheit genommen.	Korrespondirende Temperatur in Graden des hunderttheiligen Thermometers.	Elastizität des Wasserdampfes, den Druck der Atmosphäre zur Einheit genommen.	Korrespondirende Temperatur in Graden des hunderttheiligen Thermometers.
1	100,00	13	193,70
1½	112,20	14	197,19
2	121,40	15	200,48
2½	128,80	16	203,60
3	135,10	17	206,57
3½	140,60	18	209,40
4	145,40	19	212,10
4½	149,06	20	214,70
5	153,08	21	217,20
5½	156,80	22	219,60
6	160,20	23	221,90
6½	163,48	24	224,20
7	166,50	25	226,30
8	172,10	30	236,30
9	177,10	35	244,85
10	181,60	40	252,55
11	186,03	45	259,52
12	190,00	50	265,89

Andere Physiker, wie z. B. Arzberger und Robinson, haben die Expansivkraft des Dampfes durch die Kraft gemessen, welche zum Heben eines mit einem Hebel verbundenen Ventiles nöthig ist; doch gestattet diese Methode nicht diejenige Genauigkeit, welche dem Messen mit Quecksilbersäulen entspricht.

Da die Versuche von Dulong und Arago nicht die Dämpfe unter einer Atmosphäre Spannung in sich begreifen, auch mit der Erfahrung am vollkommensten für Dampf von mehr als 4 Atmosphären Spannung übereinstimmen, so benutzt man zur Ermittlung der Spannkräfte für diese Fälle andere mathematische Formeln, unter welchen die von Holzmann aufgestellte zur Zeit als die betrachtet wird, deren Werthe am meisten mit der Erfahrung übereinstimmen.

Auf solche Weise ist nachstehende aus Holzmann's Uebersetzung von Morins Hülfsbuch der praktischen Mechanik entlehnte Tabelle als entstanden anzusehen, welche zugleich die früher erwähnten relativen Volumen gesättigten Dampfes aufgeführt enthält, wie solche bestimmten Spannkräften und Temperaturen entsprechen.

Temperatur in Graden des hunderttheiligen Thermometers.	Größte Spannkraft		Druck auf ein Quadratcentimeter Kilogramme	Dichte oder Gewicht von 1 Kubikmeter Wasserdampf Kilogramme	Relatives Dampf-Volumen.
	in Quecksilberhöhe Millimeter	in Atmosphären			
1	4,88	0,00642	0,00662	0,00535	187000
10	9,12	0,01200	0,0124	0,00966	104000
20	17,40	0,0229	0,0236	0,01770	56700
30	31,60	0,0416	0,0430	0,0309	32300
40	54,80	0,0721	0,0745	0,0518	19300
50	91,80	0,1210	0,1250	0,0836	12000
60	148,0	0,1950	0,2010	0,1300	7670
70	232,0	0,3050	0,3160	0,1980	5060
80	354	0,466	0,481	0,2920	3430
90	525	0,690	0,713	0,419	2390
100	760	1,000	1,033	0,588	1700
105	980	1,190	1,230	0,694	1440
110	1080	1,420	1,470	0,813	1230
115	1280	1,680	1,730	0,948	1050
120	1500	1,970	2,040	1,100	911
122	1600	2,100	2,170	1,160	860
126	1820	2,390	2,470	1,300	767
130	2050	2,700	2,790	1,460	686
134	2310	3,040	3,140	1,630	614
140	2750	3,620	3,740	1,910	524
144	3080	4,060	4,190	2,120	472
150	3640	4,790	4,940	2,450	407
154	4060	5,330	5,510	2,700	370
160	4750	6,250	6,460	3,130	320
164	5260	6,920	7,150	3,430	292
170	6120	8,050	8,320	3,940	254

Die Verwendung des Wasserdampfes ist in neuester Zeit so mannichfach geworden, daß hier nur die vorzüglichsten Fälle angedeutet werden können.

Die Expansivkraft des Wasserdampfes benutzt man, wie schon früher bemerkt, zum Betriebe der Dampfmaschinen, worüber in dem Artikel Dampfmaschine nachzusehen ist. Die latente Wärme des Dampfes benutzt man, um schnell, leicht und besonderen Zwecken entsprechend, zu erwärmen. So leitet man Wasserdämpfe durch Röhren in Zimmer und andere Räume, was besonders von Wichtigkeit ist, wenn man eine gleichmäßige Temperatur bedarf und das Anbrennen verhüten muß, wie z. B. beim Trocknen gefärbter Zeuge, des Papiers, des Schießpulvers, beim Darren des Malzes u. s. w. Ebenso verwendet man den Wasserdampf zum Kochen von Wasser und anderen Flüssigkeiten. In diesen Fällen leitet man denselben entweder direkt in die betreffende Flüssigkeit, wie in den Färbereien, Badeanstalten u. s. w., oder man führt ihn in spiralförmig gewundenen Röhren mitten durch die flüssige Masse, oder wohl auch zwischen doppelte Böden, wie in den Brauereien und Zuckerfabriken.

Erhitzt man eine Menge Wasser durch direkte Einführung von Dampf, so ist zuweilen die dabei eintretende Vermehrung der Masse zu beachten. Ein Pfund Wasserdampf von 100° C. kann nämlich 5,37 Pfund Wasser von 0° bis zu 100° C. erhitzen. Läßt man daher die Wärme, welche die Gefäße aufnehmen, unbeachtet, so würde man, den Dampf von der Temperatur 100° C. eines Pfundes Wasser in 5,37 Pfd. Wasser von 0° C. geleitet, 6,37 Pfd. bis zum Sieden erhitztes Wasser erhalten.

Da der Dampf so bedeutende Hitze enthält, so leistet er auch vortreff-

liche Dienste, um Substanzen ohne Wasser zu kochen und aufzulösen. So werden Kartoffeln u. s. w. gekocht, indem man sie in Behältern eingeschlossen, eine Zeit lang vom Dampfe durchdringen läßt.

Ebenso benutzt man ihn als Auflösungsmittel des Schmutzes beim Waschen der Wäsche, der Pigmente in der Färbekunst ꝛc.

Wollenen Tüchern gibt man eine schönere Appretur, indem man sie auf blechernen, mit einer Menge kleiner Löcher versehenen Zylindern aufrollt und dann in die Zylinder eine Zeit lang Dampf einströmen läßt.

In den Zeugdruckereien bedient man sich des Wasserdampfes mit besonderem Vortheile zum Fixiren der aufgedruckten Farben, die ohnedem, und namentlich bei Baumwollstoffen, sehr wenig haften, durch die Einwirkung des Dampfes aber eine solche Haltbarkeit bekommen, daß gegenwärtig diese Applikationsfarben fast gar nicht den weit kostbarer ausgeführten nachstehen.

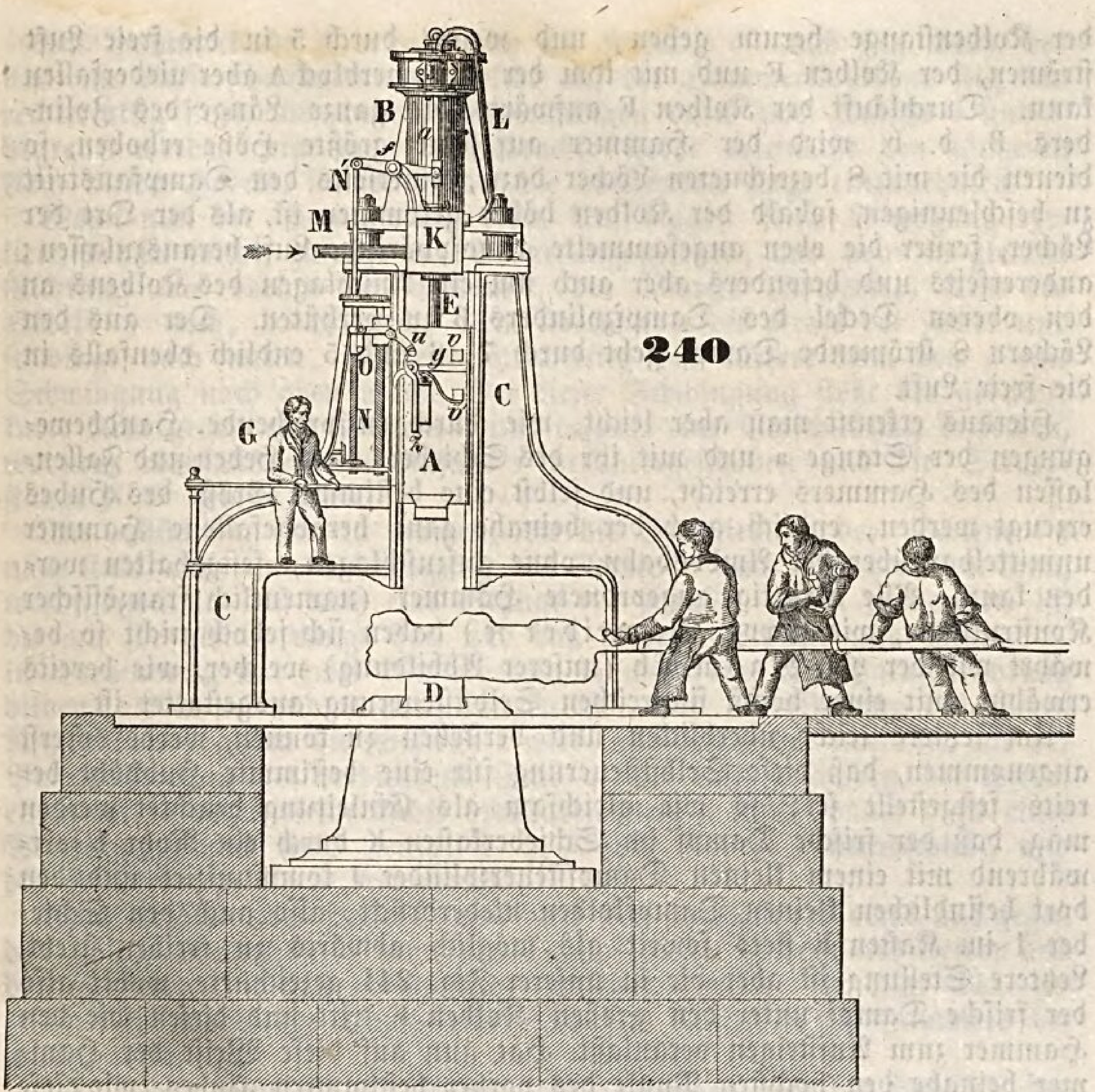
Endlich benutzt man auch den Wasserdampf zum Ausdämpfen des Holzes, was in entsprechenden Behältern vorgenommen, dasselbe vor dem Moder und dem Verziehen bewährt. (S. Auslaugen, S. 95.)

Dampfhammer, eine Maschine, welche die gewöhnlichen (großen) Eisenhämmer dadurch ersetzt, daß sie einen gußeisernen Klotz (Hammer) durch den Kolben einer unmittelbar darüber aufgestellten und direkt damit in Verbindung gebrachten Dampfmaschine zwischen vertikalen Ständern (Leitungen) aufhebt und entsprechend niederfallen läßt.

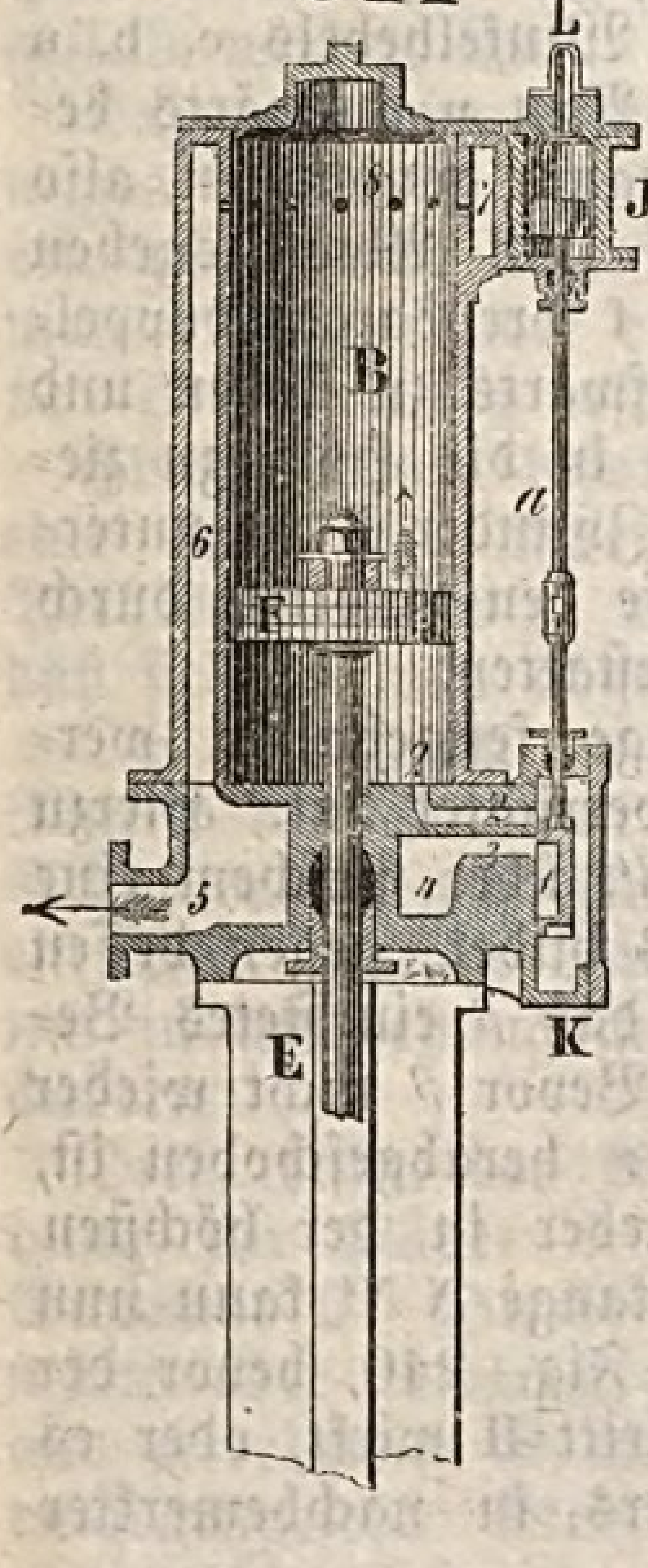
Bereits 1806 wurde von Deverell in England ein Patent auf einen derartigen Dampfhammer genommen, von dem es jedoch zweifelhaft ist, ob er jemals zur Ausführung kam. Ganz entschieden dagegen ist, daß dies 1842 dem Mechaniker Nasmyth zu Patrikroft bei Manchester mit dem glänzendsten Erfolge gelang, und zur Zeit noch keine andere Konstruktion im Stande gewesen ist, den Nasmyth'schen Vertikalhammer zu ersetzen oder gar zu verdrängen.

Fig. 240 gibt eine Totalansicht des ganzen Hammers, wobei der Hammerklotz A eben im Aufsteigen begriffen ist, um ein auf den Ambos D gelegtes Stück glühendes Eisen zu bearbeiten. Auf dem höchsten Theile des Gestelles C ist der Dampfzylinder B derartig aufgesetzt, daß der Hammerklotz A und der Dampfkolben F, an einer und derselben Stange E festgekeilt, in vertikaler Richtung gleichzeitig auf und nieder gehen können. Fig. 241 zeigt den Dampfzylinder nach größerem Maßstabe im senkrechten Durchschnitte durch die Axe des Zylinders B und durch die Mitte des Dampfkastens K. Fig. 242 stellt die vorzüglichsten Mechanismen vor, welche die Selbststeuerung, d. h. selbstthätige Auf- und Niederbewegung (Heben und Fallen) des Hammerklotzes erfordert; Fig. 243 endlich den Hammerklotz im senkrechten Durchschnitte, um sowohl zu zeigen, in welcher Art die Kolbenstange E dort befestigt ist, als auch ein noch sehr wesentliches Steuerungsstück, einen Anschlag z, hervorzuheben.

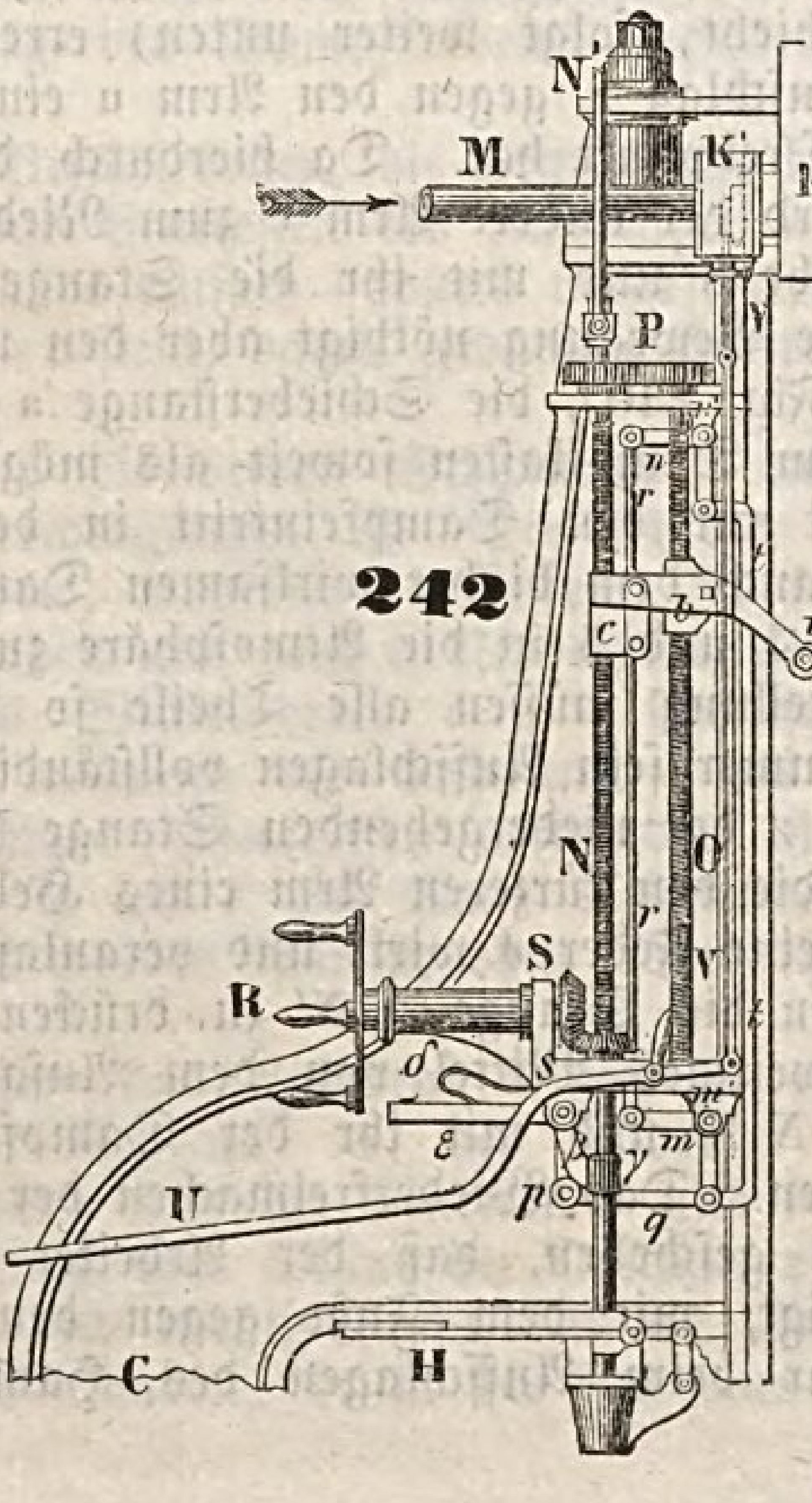
Wie ohne Selbststeuerung das Heben und Fallenlassen des Hammers zu Stande kommt, dürfte durch die Betrachtung unserer Abbildungen beinahe von selbst verständlich sein. Der wirksame Wasserdampf wird vom Kessel durch das Rohr M in den Dampfkasten K geführt, tritt, wenn der Dampfschieber 1, Fig. 241, die gezeichnete tiefste Stellung hat, durch den Kanal 2 in den Zylinder B und treibt den Kolben F aufwärts, d. h. der Hammerblock A wird gehoben. Wird dagegen der Schieber 1 durch Aufwärtsziehen der Stange a so hoch als möglich gebracht, so wird der Dampfeintritt in den Kanal 2 unterbrochen, dagegen die Kommunikation von 2 mit dem Kanale 3 hergestellt, wodurch der unter dem Kolben befindliche Dampf entweichen, von 3 nach 4 um die Stopfbüchse



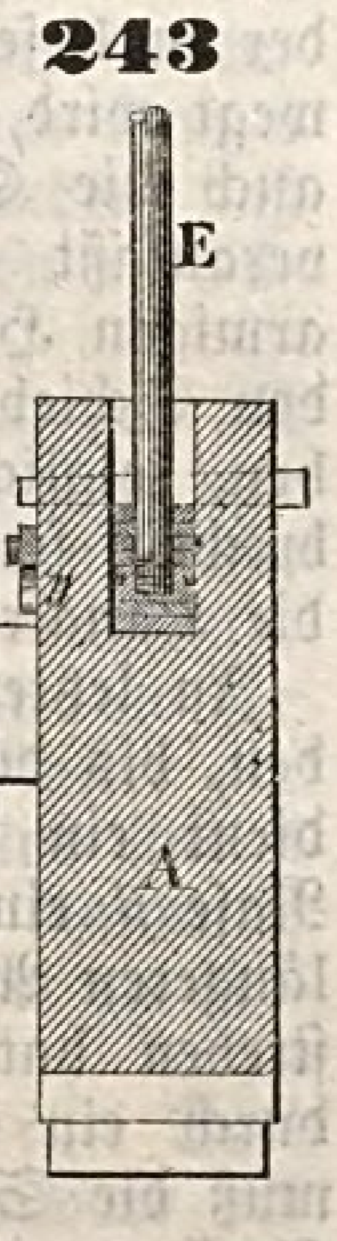
240



241



242



243

der Kolbenstange herum gehen, und weiter durch 5 in die freie Luft strömen, der Kolben F und mit ihm der Hammerblock A aber niederfallen kann. Durchläuft der Kolben F aufwärts die ganze Länge des Zylinders B, d. h. wird der Hammer auf seine größte Höhe erhoben, so dienen die mit 8 bezeichneten Löcher dazu, einerseits den Dampfaustritt zu beschleunigen, sobald der Kolben höher gekommen ist, als der Ort der Löcher, ferner die oben angesammelte atmosphärische Luft herauszulassen; andererseits und besonders aber auch um ein Anschlagen des Kolbens an den oberen Deckel des Dampfzylinders B zu verhüten. Der aus den Löchern 8 strömende Dampf geht durch 7, 6 und 5 endlich ebenfalls in die freie Luft.

Hieraus erkennt man aber leicht, wie durch entsprechende Handbewegungen der Stange a und mit ihr des Schiebers 1 ein Heben und Fallenlassen des Hammers erreicht, und selbst eine bestimmte Größe des Hubes erzeugt werden, endlich auch der beinahe ganz herabgefallene Hammer unmittelbar über der Ambosbahn, ohne aufzuschlagen, festgehalten werden kann. Alle derartig angeordnete Hämmer (namentlich französischer Konstrukteure, wie Cavé, Schneider ꝛc.) haben sich jedoch nicht so bewährt wie der von Nasmyth (unserer Abbildung) welcher, wie bereits erwähnt, mit einer höchst sinnreichen Selbststeuerung ausgestattet ist.

Um letztere leicht überblicken und verstehen zu können, werde vorerst angenommen, daß diese Selbststeuerung für eine bestimmte Hubhöhe bereits festgestellt sei; so wie gleichsam als Einleitung beachtet werden mag, daß der frische Dampf im Schieberkasten K durch ein Rohr L fortwährend mit einem kleinen Dampfsteuerzylinder J kommunizirt und den dort befindlichen kleinen Dampfkolben niederdrückt, also auch den Schieber 1 im Kasten K stets soweit als möglich abwärts zu treiben strebt. Letztere Stellung ist aber die in unserer Fig. 241 gezeichnete, wobei also der frische Dampf unter den großen Kolben F tritt und diesen wie den Hammer zum Aufsteigen veranlaßt. Hat nun auf diese Weise der Hammer beinahe den höchsten Punkt des vorher bestimmten Hubes (wie diese Bestimmung geschieht, folgt weiter unten) erreicht, so trifft der bereits oben erwähnte Anschlag z gegen den Arm u eines Winkelhebels c, b, u der in b seinen Drehpunkt hat. Da hierdurch der Arm u aufwärts bewegt wird, so wird der andere Arm c zum Niedergange gezwungen, also auch die Schraube N und mit ihr die Stange N′ zum Abwärtsgehen veranlaßt. Letztere Bewegung nöthigt aber den um f drehbaren, doppelarmigen Hebel (Fig. 240), die Schieberstange a aufwärts zu stoßen und den Schieber 1 im Dampfkasten soweit als möglich in die Höhe zu ziehen, folglich nicht nur den Dampfeintritt in den Zylinder B zu unterbrechen, sondern auch dem bisher wirksamen Dampfe den Austritt durch die Kanäle 2, 3, 4 und 5 in die Atmosphäre zu gestatten.

In letzterer Stellung müssen alle Theile so lange festgehalten werden, bis der Hammer sein Aufschlagen vollständig verrichtet hat. Hierzu dient ein Ansatz γ der niedergehenden Stange N N′, über welchem eine Nase β einfällt, die den kürzeren Arm eines Hebels bildet, gegen dessen längeren Arm ε eine Feder δ wirkt und veranlaßt, daß β ein stetes Bestreben hat, gegen die Stange N N′ zu drücken. Bevor β nicht wieder durch ein anderweitiges Mittel von dem Ansatze γ herabgeschoben ist, muß die Stange N N′ und mit ihr der Dampfschieber in der höchsten Stellung verbleiben. Das Wiederfreimachen der Stange N N′ kann nun entweder dadurch geschehen, daß der Arbeiter G, Fig. 240, bevor der Hammer aufschlägt, mit dem Fuße gegen den Tritt H wirkt, oder es erfolgt unmittelbar beim Aufschlagen des Hammers in nachbemerkter Weise.

Am Hammerklotze A befindet sich ein Hebel y (s. auch Fig. 243), der um eine Achse schwingen kann, welche auf der Hammerklotzebene Fig. 240 rechtwinklig steht, und dessen Schwingungen durch zwei Ansätze v und v′ begrenzt werden; eine an v′ angebrachte Feder veranlaßt den längeren Arm dieses Hebels, immer wieder die horizontale Lage einzunehmen.

Wenn nun der Hammerklotz beim Aufschlagen seine Bewegung verliert, behält solche, zufolge des Beharrungsgesetzes, und zwar in gleicher Richtung wie vorher der Hammer, der längere (schwerere) Arm des Hebels y noch, d. h. dieser Arm überwindet die Kraft der Feder und schwingt nach unten, während gleichzeitig der kürzere Arm von y eine Schwingung nach oben macht. Bei dieser Schwingung stößt der gedachte kurze Arm gegen eine Schiene t t und erzeugt eine Verschiebung derselben, wodurch ebenfalls β vom Ansatze γ heruntergeschoben und die Steuerstange N N′ gelöset wird.

Um vollständig klar zu machen, wie die Verschiebung der Schiene t t nach links auch eine Schwingung des Armes β nach links bewirken kann, werde erwähnt, daß noch eine Stange r r parallel zu t t vorhanden ist, die mit ihr gleiche Länge hat, und daß beide — Schiene und Stange — in Verbindung mit zwei Winkelhebeln m und n eine Art Parallelführung bilden, die in m′ und n′ aufgehangen ist. Bei der Wirkung des kurzen Armes von y gegen die Schiene t wird also auch der unterste, mit der Parallelführung r, t verbundene Stab q nach links geschoben, der wieder einen mit β um dieselbe Achse drehbaren Arm p faßt, sonach β zu einer Schwingung nach links zwingt, d. h. β vom Ansatze γ herabschiebt, und die Steuerstange N, N′ frei macht.

Wird Letztere aber frei, so kann auch der fortwährend von L aus gegen den kleinen Kolben in J drückende Dampf diesen niederwärts treiben und den Schieber 1 wieder in die Lage versetzen, welche in Fig. 241 gezeichnet ist, wobei der Dampf abermals das Aufheben des Hammers bewirken wird.

Wir haben nunmehr vor Allem noch anzugeben, wie die Hubhöhe des Hammers, oder der Weg des Dampfkolbens aufwärts, bestimmt festgestellt werden kann.

Da, nach dem vorher Beschriebenen, die Begrenzung des Dampfkolbenweges besonders durch das Eintreffen des Anschlages z an dem Arm u erfolgt, so wird die Hubhöhe einfach dadurch vorgeschrieben werden, daß man u höher oder tiefer stellt, damit gedachtes Eintreffen von z später oder früher erfolgt.

Hierzu dienen besonders die beiden Schrauben N und O, wovon die eine links, die andere rechtsgängig ist. Die letztere, O, vermag nur Drehbewegungen zu machen, während die erstere, N, so angeordnet ist, daß sie auf- und abgeschoben und auch in Umdrehung gesetzt werden kann. Der Drehpunkt b des Winkelhebels c b u sitzt außerhalb an der Mutter der Schraube O, während der Endpunkt c mit der Mutter der Schraube N durch ein kurzes Hängeeisen verbunden ist; endlich sind S ein Paar konische Räder, so wie P ein Paar Stirnräder, die sämmtlich nur in Umdrehung gesetzt werden können, ohne dabei ihren Ort zu verändern.

Dreht daher der Arbeiter das Handrad R um, so erfolgt eine Drehung der Räder S, der Schraube N, der Räder P und endlich der Schraube O. Hierbei gehen aber die Muttern b und c gleichzeitig aufwärts oder abwärts, je nach dem Sinne der Drehung von R, was durchaus erforderlich ist, aber auch nöthig macht, daß die Schrauben N und O entgegengesetzte Steigungen haben, d. h. die eine eine linke, die andere eine rechte Schraube ist.

Eine anderweitige Regulirung der Hammerbewegung ist dem Arbeiter noch durch einen Hebel U möglich gemacht, wodurch eine Stange V V auf- und abgeschoben und dadurch ein Schieber K′ vor dem Dampfkasten K entsprechend gestellt werden kann.

Schließlich ist noch auf die Verbindung der Kolbenstange mit dem Hammerklotze A, Fig. 243, aufmerksam zu machen, wodurch die nachtheiligen Einwirkungen der oft wiederkehrenden Stöße umgangen werden. Die Kolbenstange ist nämlich in einem zylindrischen Stücke festgeschroben, über und unter welchem Scheiben aus Holz und Kautschuk angebracht sind, die sich oberhalb gegen Keile stützen.

Nach allem nunmehr Gesagten und Beschriebenen scheint die Bemerkung fast überflüssig, daß der mit der Leitung der Maschine beauftragte Arbeiter es gänzlich in seiner Gewalt hat, den Hammer mit größerer oder geringerer Schnelligkeit arbeiten, die Bewegung beliebig aufhören oder eintreten zu lassen. — So vermag man mit Hämmern von 50 Zentner Gewicht Nüsse zu knacken, ohne den Kern zu beschädigen; kann man ferner ein Ei auf die Ambosbahn legen und den im Fall begriffenen Hammer unmittelbar über demselben anhalten, ohne es zu zerbrechen ꝛc.

Das Gewicht der Hämmer variirt von 1 Zentner bis 120 Zentner, die Hubhöhe von 1 Fuß bis 6 Fuß und die Zahl der Schläge beziehungsweise von 200 bis 40 per Minute.

Für das Schmieden größerer Stücke, wie z. B. der Achsen großer Seedampfschiffsmaschinen von 2 Fuß und mehr Durchmesser, so wie für viele andere Zwecke, wo mächtige Schläge in langsamerer Aufeinanderfolge vortheilhafter sind, als Schläge von größerer Zahl aber geringerem Hube, sind die Dampfhämmer von entschiedenem und großem Nutzen, obwohl sie die sonst gebräuchlichen Hämmer mit schwingender Bewegung und geringerem Hube, für alle Fälle, gewiß niemals vollständig zu verdrängen im Stande sein dürften.

Gleichsam wie eine besondere Gattung dieser Dampfhämmer erscheinen die ebenfalls von Nasmyth zuerst angegebenen und ausgeführten Dampframmen, d. h. Maschinen, um mittelst eines frei fallenden Körpers (Rammklotz, Bär) Pfähle in den Erdboden einzutreiben und den Klotz nach jedesmaligem Aufschlagen mittelst einer ebenfalls direkt wirkenden Dampfmaschine in die Höhe zu ziehen. Prinzipiell ist die Einrichtung hierzu wie beim Dampfhammer. In der Ausführung ist jedoch dem Dampfhammer gegenüber insofern ein wesentlicher Unterschied vorhanden, als der Dampfzylinder nicht auf einem Gerüste ruht, was an der Bewegung niemals Theil nimmt, sondern auf einem gußeisernen Gehäuse steht, welches mit seinem unteren Theile unmittelbar am Kopfe des einzurammenden Pfahles befestigt wird. Der ganze Rammapparat wird überhaupt vom Pfahle selbst getragen und geht daher in dem Maße niederwärts, als der Pfahl in den Erdboden eindringt.

Der Kolben-Zylinder empfängt den Dampf von einem neben der Maschine auf Holzschwellenwerk gestellten Kessel und zwar geschieht die Zuführung durch derartig gegliederte und doch dichte Röhren, daß das Einlassen und Absperren des Dampfes, unabhängig von der Hubhöhe des Kolbens und des Bären sowie vom Niedergange des Pfahles, geregelt werden kann.

Von ganz entschiedenem Nutzen sind derartige Rammen überall da, wo es sich um Pilotirungen von größerer Ausdehnung handelt. In England wurden sie deßhalb bereits bei umfassenden Hafenarbeiten (z. B. in Devonport seit dem Sommer 1848) und in Deutschland mit gleichem Erfolge beim Bau der großen Weichselbrücke, unweit Dirschau, in Anwendung gebracht.

Dampfmaschine wird diejenige Maschine genannt, welche durch Aufnahme des Wasserdampfes eine mechanische Wirkung zu erzeugen vermag.

Will man eine Vorrichtung, bei welcher der Wasserdampf überhaupt nur eine Bewegung hervorzubringen im Stande ist, schon eine Dampfmaschine nennen, so verdient Hero von Alexandrien (circa 100 Jahre vor Christo) der Erfinder der Dampfmaschinen genannt zu werden. Derselbe konstruirte nämlich eine hohle Metallkugel, die mit Wasserdampf gefüllt durch Rückwirkung des aus ihr strömenden Dampfes in eine drehende Bewegung versetzt wurde. So sinnreich indeß diese Vorrichtung war, und so oft das Prinzip derselben später wieder hervorgezogen wurde, so scheint es doch, daß auf diesem Wege niemals ein wirklicher mechanischer Effekt oder mechanische Wirkung erzeugt worden ist, noch je erzeugt werden wird.

Die erste Idee zur Konstruktion der Dampfmaschine im Sinne der obigen Erklärung finden wir in einer weit späteren Zeit, nämlich in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts.

So veröffentlichte 1663 der englische Marquis von Worcester eine Schrift unter dem Titel: A Century of Inventions etc., in welcher entfernte Andeutungen, den Dampf zur Hervorbringung mechanischer Wirkungen zu benutzen, zu finden waren. Im Jahre 1682 suchte ein gewisser Samuel Moreland bei Ludwig dem XIV. von Frankreich Unterstützung zum Bau von Maschinen, um Wasser mittelst Dämpfen zu heben; auch waren demselben schon die wichtigsten Eigenschaften des Wasserdampfes bekannt, indem er unter Anderem angab, daß Wasser als Dampf einen ungefähr 2000 Mal so großen Raum einnimmt. Beide genannten Männer brachten indeß niemals eine wirkliche Maschine zur Ausführung, was seinen natürlichen Grund darin hatte, daß ihnen zwar der außerordentliche Druck bekannt war, den eingeschlossene Dämpfe auszuüben vermögen, nicht aber Mittel, durch denselben eine fortdauernde Bewegung hervorzubringen.

In letzterer Beziehung war es nämlich nöthig, die große Kraft des Dampfes nicht nur zu erzeugen, sondern auch wieder vernichten oder den Dampf verdichten zu können. Die erste bestimmte Idee dieser Art wurde aber von dem Franzosen Papin, der zu Marburg in Hessen lebte, ausgesprochen. Derselbe hatte bereits seit 1680 viele Versuche über die Wirkung eingeschlossener Dämpfe angestellt, auch den noch heute nach ihm genannten Digestor, sowie auch das so hochwichtige Sicherheitsventil erfunden, als er später auf den Gedanken kam, den Dampf in einem Zylinder auf eine Art Kolben wirken zu lassen. Er bedeckte nämlich den Boden des Zylinders mit einer Schicht Wasser, verwandelte letzteres in Dampf, indem er den Zylinder über Feuer setzte, und trieb so den Kolben in die Höhe. Durch Entfernung des Feuers oder des Zylinders von letzterem bewirkte er eine Verdichtung des Dampfes, so daß die atmosphärische Luft auf den Kolben des oben offenen Zylinders wirken und diesen herabdrücken konnte.

Versuche dieser Art wurden von Papin in den Actis Lipsiensibus für das Jahr 1690 veröffentlicht.

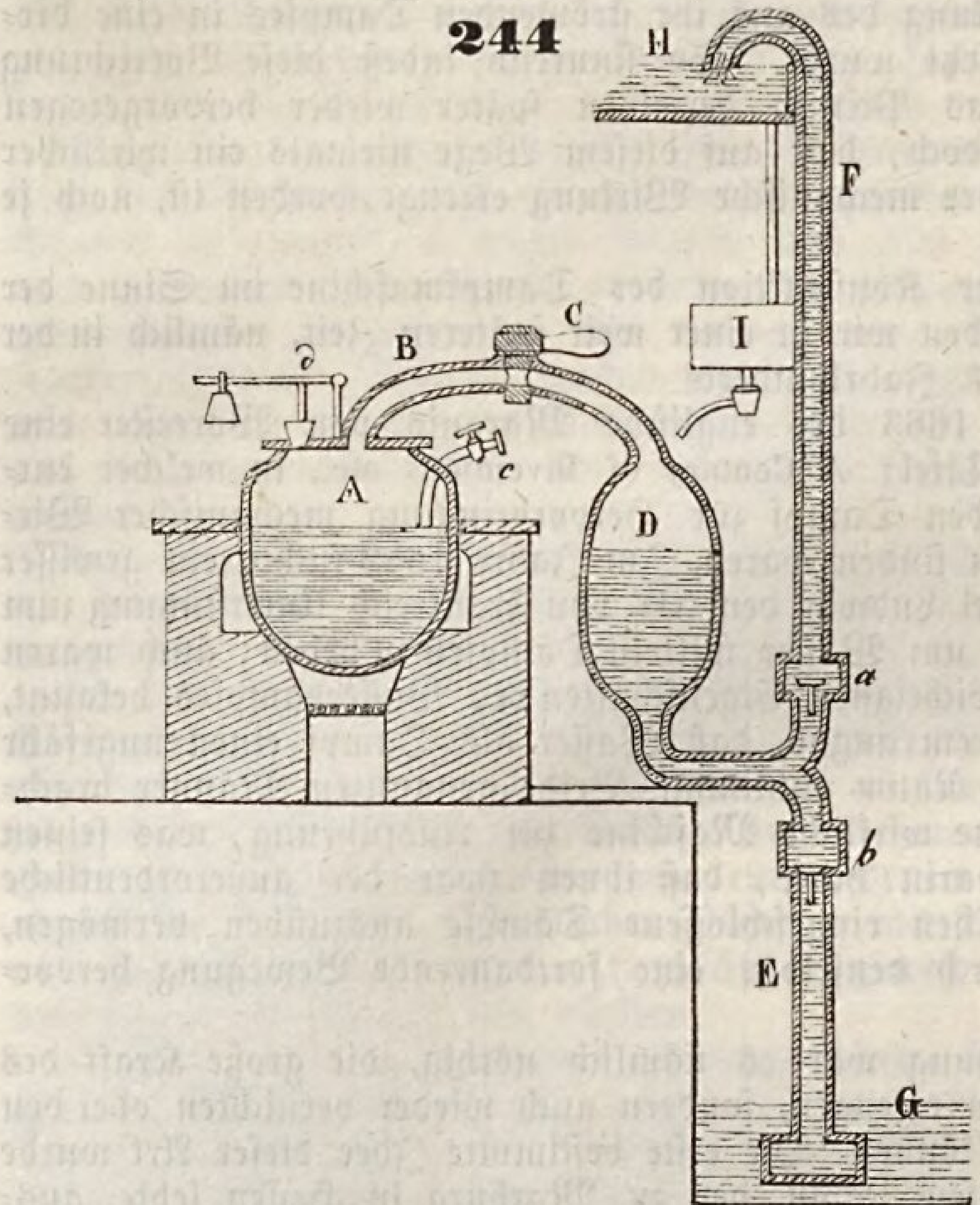
Ungefähr um dieselbe Zeit war aber ein englischer Kapitän mit Namen Savery auf ähnliche Ideen gekommen und hatte bereits mehrere Maschinen wirklich ausgeführt, als er 1696 eine Beschreibung derselben herausgab.

Welchem der beiden genannten Männer die Priorität der Erfindung gebührt, möchte schwer zu entscheiden sein, vielmehr wird man annehmen müssen, daß sie von beiden zugleich gemacht wurde. Savery's Maschine unterschied sich nämlich dem Prinzipe nach insofern von der Papin's,

als er zur Wirkung des Dampfes keinen Kolben benutzte, auch die Kondensation des Dampfes weit bequemer und schneller zu bewerkstelligen wußte. Wie dem aber auch sein mag, weiß man doch bestimmt, daß Papin vor Savery seine Maschine nie wirklich anwandte, letzterem also die Erbauung der ersten Dampfmaschine im Großen unbedingt gebührt.

Savery machte später von Papin's Sicherheitsventil Gebrauch, und mit dieser Einrichtung ist Fig. 244 seine Maschine dargestellt. A ist der Kessel zur Entwickelung der Dämpfe, B ein Rohr zum Abführen derselben und C ein Hahn, um die Fortleitung beliebig herstellen oder unterbrechen zu können. D ist ein Behälter, der mit dem Kessel und der Röhre E, F in Verbindung steht. Von letzterer dient der untere Theil E als Saugröhre, der obere F als Steigröhre für das aus dem Brunnen oder Sumpfe G nach H zu hebende Wasser. a und b sind entsprechende Ventile, welche dem Wasser nur eine aufwärts gerichtete Bewegung gestatten, c ist ein Probirhahn für die Dämpfe im Kessel und d das Sicherheitsventil des letzteren.

244



Die Wirkung der Maschine sieht man leicht ein. Haben sich genug Dämpfe in A entwickelt, so öffnet man den Hahn C und füllt D mit Dampf. Hierauf schließt man C und läßt kaltes Wasser von I aus auf die Außenwände des Behälters D gelangen. Hierdurch verdichtet sich der in D befindliche Dampf und es entsteht daselbst ein luftverdünnter Raum, der aber sogleich mit Wasser gefüllt wird, indem die äußere Luft dasselbe von G aus in die Röhre E hinaufdrückt.

Oeffnet man sodann den Hahn C von Neuem, so nöthigt der Druck des hinzuströmenden Dampfes das in D befindliche Wasser in der Röhre F aufwärts zu steigen und endlich in den Behälter H auszufließen.

Später suchte Savery seine Maschine dadurch zu verbessern, daß er zwei Kessel und zwei Behälter D mit einander verband, so daß die Wirkung möglichst ununterbrochen Statt finden konnte.

So sinnreich aber auch Savery's Maschine im Allgemeinen war, so führte sie doch unverkennbare Uebelstände mit sich. Nicht nur, daß sie eine außerordentliche Menge Brennmaterial verbrauchte und in sehr großen Dimensionen schwer zu konstruiren war, konnte man auch mit derselben das Wasser nur auf eine geringe Höhe heben.

Natürlich war es daher, daß man sich mit der Vervollkommnung der Savery'schen Maschine vielseitig beschäftigte und namentlich dahin zu

gelangen suchte, Papin's erste Idee einer Kolbenmaschine an jener zu verwirklichen.

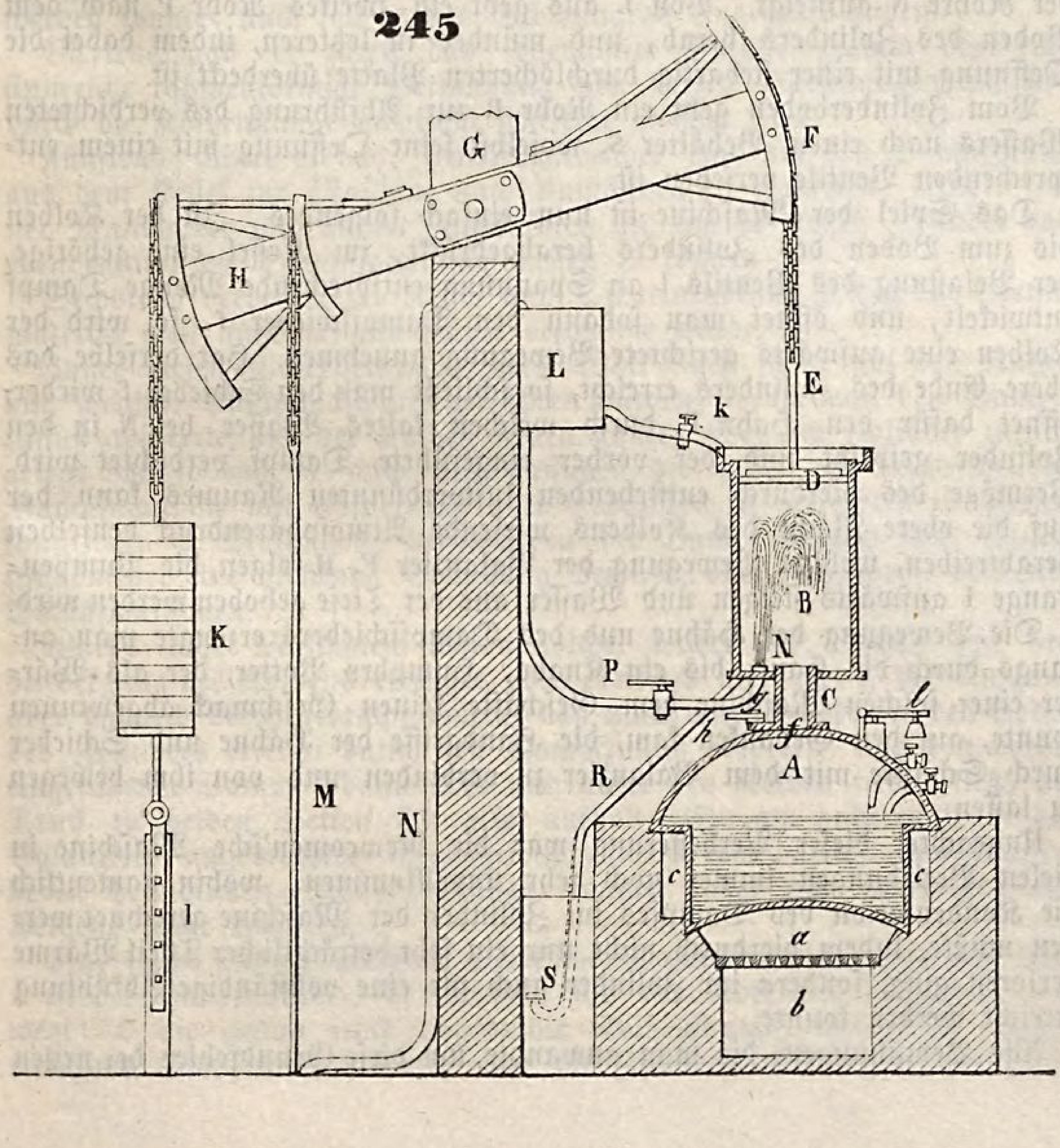
Vollständig gelang dieses zuerst zwei Engländern, einem Eisenschmied Thomas Newcomen und einem Glaser John Cawley, und sie sind in der That als Diejenigen zu betrachten, denen man die Einführung der mit Kolben wirkenden Dampfmaschinen zu verdanken hat.

Da Savery vermöge eines Patentes das alleinige Recht besaß, durch Verdichtung des Dampfes einen luftverdünnten Raum zu erzeugen, so verbanden sich Newcomen und Cawley mit ihm, indem sie 1705 ein Patent, auf alle drei Namen lautend, nahmen, „um unter den Kolben geführten Dampf zu kondensiren und eine abwechselnde Bewegung durch seine Verbindung mit einem Hebel hervorzubringen."

Die Einrichtung dieser, später nur nach Newcomen, oder auch atmosphärische genannten Maschinen gewährt nicht allein den Vortheil, daß, wenn man mit derselben Wasser heben wollte, der Dampf damit gar nicht in Berührung kam, sondern daß mit ihr zugleich die Möglichkeit zur Hervorbringung jeder Bewegung gegeben war, und deßhalb alle bis auf den heutigen Tag erfundenen Dampfmaschinen mit Kolben als aus dieser hervorgegangen zu betrachten sind.

Newcomens Maschine ist Fig. 245 dargestellt, jedoch mit der Abänderung, daß das Kondensationswasser nicht von außen aufgegossen, sondern in den Zylindern gespritzt wird, eine Verbesserung, die Newcomen erst später anbrachte.

245



A ist der eingemauerte Kessel, der über dem Feuerherde a steht. Unter dem Roste des letzteren befindet sich der Aschenraum b, und c c sind zwischen Kessel und Mauerwerk angebrachte Heizkanäle. Etwas über dem Kessel ist der oberhalb offene, unterhalb aber mit einem Boden versehene Metallzylinder B angebracht, dessen Verbindung mit dem Kessel durch ein Rohr C hergestellt ist. Die untere Oeffnung dieses Rohres kann durch eine Platte f geschlossen werden, wozu letzterer eine horizontale Drehung um eine vertikale Achse g gegeben ist, und die mittelst eines Griffes h bewirkt wird.

D ist ein Kolben, der genau in den Zylinder paßt und dessen Dichtung noch dadurch vermehrt wird, daß ein dünnes Rohr k fortwährend kaltes Wasser auf seine obere Fläche führt.

Der Kolben ist mit dem einen Ende einer Stange E in Verbindung gebracht, die an ihrem anderen Ende eine Kette aufnimmt, welche über einen Bogen F des doppelarmigen Hebels F, G, H gelegt ist und so die Bewegung des Kolbens auf genannten Hebel (den Balanzier) überträgt.

An dem entgegengesetzten Ende H des Balanziers ist ein zweiter Bogen befindlich, welcher die Kolbenstange I einer Pumpe aufnimmt, die mittelst der Maschine zum Wasserheben verwendet wird. Um das Aufsteigen des Dampfkolbens zu erleichtern und zugleich die Bewegung einigermaßen gleichförmig zu machen, ist an der Pumpenkolbenstange ein Gegengewicht K angebracht.

L ist ein Behälter für das Kondensations- oder Injektionswasser, der durch eine Druckpumpe M mit Wasser versehen wird, welches letztere in der Röhre N aufsteigt. Von L aus geht ein zweites Rohr P nach dem Boden des Zylinders herab, und mündet in letzteren, indem dabei die Oeffnung mit einer siebartig durchlöcherten Platte überdeckt ist.

Vom Zylinderboden geht ein Rohr R zur Abführung des verdichteten Wassers nach einem Behälter S, woselbst seine Oeffnung mit einem entsprechenden Ventile versehen ist.

Das Spiel der Maschine ist nun einfach folgendes. Ist der Kolben bis zum Boden des Zylinders herabgedrückt, im Kessel eine gehörige, der Belastung des Ventils l an Spannung entsprechende Menge Dampf entwickelt, und öffnet man sodann den Dampfschieber f, so wird der Kolben eine aufwärts gerichtete Bewegung annehmen. Hat derselbe das obere Ende des Zylinders erreicht, so schließt man den Schieber f wieder, öffnet dafür den Hahn P, durch welchen kaltes Wasser bei N in den Zylinder gespritzt und der vorher eingeführte Dampf verdichtet wird. Vermöge des hierdurch entstehenden luftverdünnten Raumes kann der auf die obere Fläche des Kolbens wirkende Atmosphärendruck denselben herabtreiben, welcher Bewegung der Balanzier F, H folgen, die Pumpenstange I aufwärts steigen und Wasser aus der Tiefe gehoben werden wird.

Die Bewegung der Hähne und des Dampfschiebers erzeugte man anfangs durch die Hand, bis ein Knabe, Humphry Potter, der als Wärter einer solchen Maschine dem Geschäfte keinen Geschmack abgewinnen konnte, auf den Gedanken kam, die Handgriffe der Hähne und Schieber durch Schnüre mit dem Balanzier zu verbinden und von ihm bewegen zu lassen.

Ungeachtet dieser Verbesserung war die Newcomen'sche Maschine in vielen Beziehungen immer noch sehr unvollkommen, wohin namentlich die Kondensation des Dampfes im Zylinder der Maschine gerechnet werden mußte, indem hierdurch nicht nur ein sehr beträchtlicher Theil Wärme verloren ging, sondern im Zylinder auch nie eine vollständige Abkühlung erreicht werden konnte.

Alle Bemühungen, die man anwandte, um diese Grundfehler der neuen

Dampfmaschine zu heben, blieben fruchtlos und ihre Einrichtung während beinahe 70 Jahren dieselbe.

Da erschien der geniale Watt (1736 zu Greenock in Schottland geboren, gestorben 1819 zu Heathfield bei Birmingham), dem es aufbehalten war, die Dampfmaschine zu einem solchen Grade der Vollkommenheit zu bringen, daß man selbst bis auf den heutigen Tag nicht im Stande gewesen ist, größere und wesentlichere Verbesserungen in den Haupttheilen der Maschine zu machen. Mit vollem Rechte betrachtet man daher Watt als den zweiten Erfinder, oder besser als den eigentlichen Schöpfer der Dampfmaschine von der Form und Einrichtung, wie wir sie jetzt beinahe in allen Zweigen der Industrie nutzbar verwenden.

Watt's wesentliche Verbesserungen bestanden in Folgendem:

Erstens brachte er einen sogenannten Kondensator in Anwendung oder einen Behälter, wo der Dampf nach vollbrachter Wirkung auf den Kolben getrennt vom Zylinder kondensirt werden konnte, verband auch hiermit die später zu beschreibende Luftpumpe.

Zweitens schloß er den bisher immer oberhalb offenen Zylinder durch eine Platte, brachte in der Mitte derselben eine kreisrunde Oeffnung für den Durchgang der Kolbenstange an und dichtete erstere mit Hülfe der sogenannten Stopfbüchse, eines hohlen Metallzylinders, der mit festgepreßtem und in Fett getränktem Hanf oder Werg gefüllt ist.

Die Wirkung des Atmosphärendruckes fiel hierdurch ganz weg.

Drittens erfand er den Krummzapfen und das Planetenrad, wodurch die geradlinige Bewegung der Maschine in eine kreisförmige umgesetzt werden konnte; auch soll er das Schwungrad eingeführt haben.

Viertens gab er zuerst das sogenannte Parallelogramm oder eine sinnreiche rahmenförmige Verbindung von kurzen Eisenstangen an, wodurch die Kolbenstange möglichst senkrecht geführt wird.

Fünftens führte er das Zentrifugalpendel ein, um den Dampfzufluß aus dem Kessel zur Maschine nach Umständen zu reguliren, brachte ferner Manometer und andere Indikatoren an, um in Kessel, Zylinder und Kondensator die Dampfspannung messen zu können.

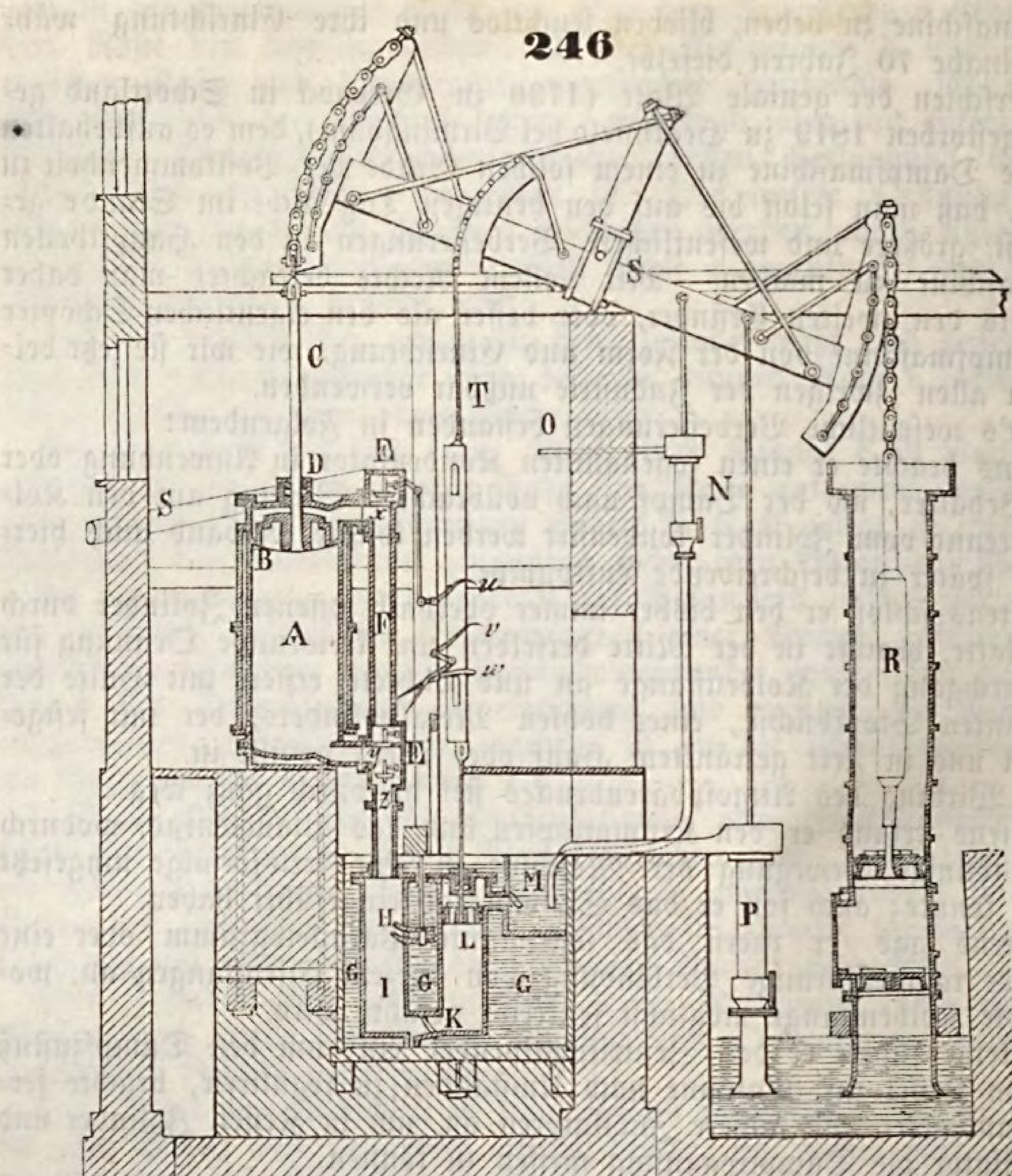
Sechstens verbesserte er Kessel und Ofeneinrichtung so, daß das Brennmaterial weit nutzbarer als früher verwandt wurde.

Außer diesen Verbesserungen wies Watt auch schon auf den Nutzen hin, welchen Dampfmaschinen gewähren würden, wenn man den Dampfzufluß absperrte, ehe der Kolben seinen ganzen Weg im Zylinder zurückgelegt hat, so daß er auch als Erfinder der später zu beschreibenden Dampfmaschine mit Absperrung oder Expansion zu betrachten ist. Ferner konstruirte er Maschinen, bei welchen der Dampf sogleich ohne Umsetzungsmittel eine drehende Bewegung bewirkt, oder sogenannte rotirende Dampfmaschinen.

Watt's erste Maschinen waren solche, wobei der Dampf nur den Niedergang des Kolbens erzeugte, oder einfach wirkende, der Aufgang aber dadurch hervorgebracht wurde, daß man, wenn der Kolben den Boden des Zylinders erreicht hatte, den Dampfzufluß absperrte, und den vorher eingeführten Dampf sodann über und unter den Kolben treten ließ, der Druck zu beiden Seiten sich also aufhob. Ein am anderen Ende des Balanziers angebrachtes Gegengewicht, nebst dem daselbst zum Wasserheben befindlichen Pumpengestänge, konnte daher das Aufsteigen des Kolbens leicht bewirken.

Eine solche einfach wirkende Watt'sche Dampfmaschine zeigt Fig. 246. A ist der Hauptzylinder, in welchem sich der Kolben B dampfdicht bewegt; C die genau rund abgedrehte Kolbenstange, und D die vorher erwähnte Stopfbüchse. Durch eine im Zylinderdeckel angebrachte Oeff-

246



nung mit Trichter läuft fortwährend geschmolzenes Fett oder Oel auf den Kolben, wodurch der Anschluß desselben an die Zylinderwände erhöht wird. E, E sind durch ein Rohr F verbundene Kästen oder Büchsen, welche Ventile (Steuerungsventile) x, y und z enthalten, die das Ab- und Zuführen des Dampfes möglich machen. Die entsprechende Bewegung der Ventile geschieht mittelst Klinken u, v und w.

Unter dem Zylinder befindet sich ein mit kaltem Wasser gefüllter Behälter G, in welchem der Apparat zum Verdichten des Dampfes oder der Kondensator I steht. In die Seitenwand des letzteren mündet das mit einer siebartigen Platte bedeckte Ende einer Röhre H, durch welche, je nachdem ein dabei angebrachter Hahn (Injektionshahn) geöffnet wird, mehr oder weniger kaltes Wasser in den Kondensator gespritzt wird.

K ist eine mit Ventil oder Klappe versehene Röhre, durch welche das durch die Kondensation des Dampfes gebildete Wasser und die dabei entwickelte Luft in den Stiefel L einer Saugpumpe tritt, und von dieser nach einem Behälter M geführt wird. In letzterem mündet das Saugrohr einer Pumpe N (der Warmwasser- oder Speisepumpe), welche durch das in M befindliche warme Wasser den Dampfkessel fortwährend speist, wozu noch ein Leitungsrohr O angebracht ist. P ist eine andere Pumpe (Kaltwasserpumpe), wodurch dem Behälter G kaltes Wasser zugeführt wird.

Alle übrigen Theile der Maschine stimmen mit der schon beschriebenen Maschine Fig. 245 überein, so das Gegengewicht R an der Stange der Wasserhebungspumpe, der Balanzier S 2c., und bedürfen demnach keiner weiteren Erklärung.

Was die Bewegung der Maschine betrifft, so muß, ehe dieselbe beginnt, alle Luft, welche Zylinder, Kondensator und Verbindungsröhren füllt, herausgetrieben werden. Hierzu öffnet man die drei Ventile x, y und z zugleich, so daß der durch die Röhre S vom Dampfkessel herbeigeführte Dampf in die Büchse E eintreten und alle Räume füllen kann. Die Luft, welche der Dampf dabei vor sich her treibt, entweicht dabei theils durch das Ventil K, theils durch eine besondere Röhre am Kondensator, dem Ausblaserohre, welche an ihrem Ende durch ein sich nach auswärts öffnendes Ventil geschlossen wird. Man erkennt hierbei leicht, wie alle Räume, in welchen der Dampf zu wirken hat, zugleich entsprechend vorgewärmt werden müssen.

Nach dieser Vorbereitung gibt man den Steuerungsventilen die in der Figur angegebene Stellung, d. h. man öffnet x und z und schließt y, läßt auch zugleich durch den Injektionshahn H kaltes Wasser in den Kondensator treten.

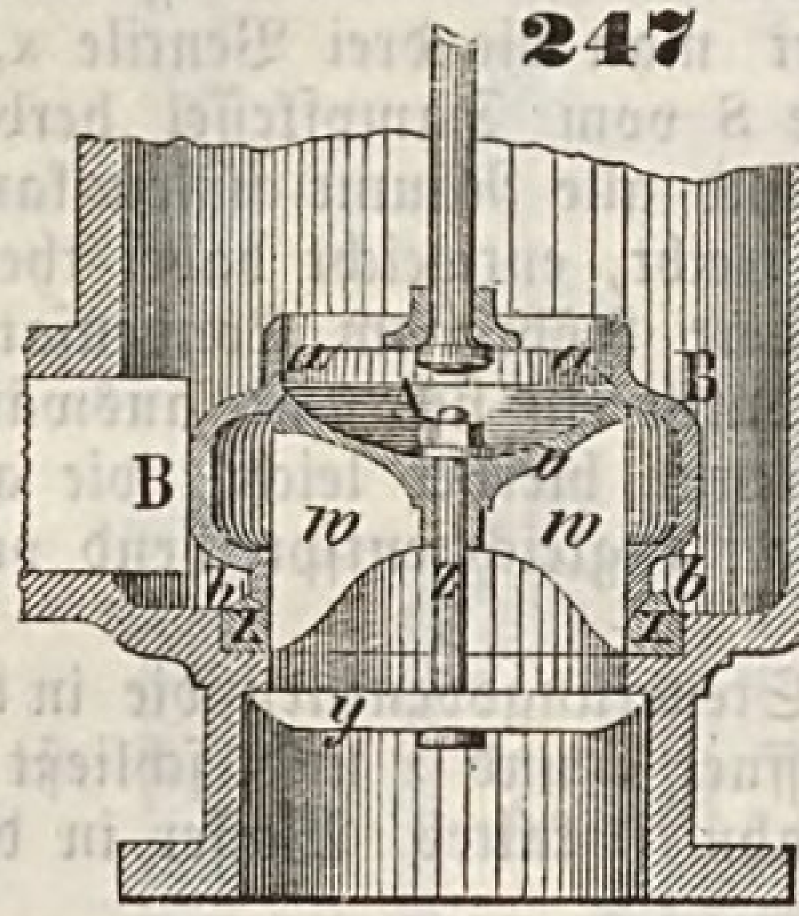
Da hierdurch der unter dem Kolben befindliche Dampf verdichtet wird, der neu zugeführte Dampf aber auf die obere Fläche des Kolbens drücken kann, so muß der letztere herabgehen. Vermöge der Verbindung folgt dieser Bewegung auch die Luftpumpenstange T, die hier zugleich auch Steuerungsstange der Ventile ist, wogegen die Pumpen N, P und R aufsteigen werden. An der Stange T sind nun entsprechend Vorsprünge, Knöpfe oder Warzen angebracht, die so auf die Klinken oder Hebel u, v und w wirken, daß sich die Ventile x und z schließen, dagegen aber y (das sogenannte Gleichgewichtsventil) sich öffnet, wenn der Kolben bis zum Boden des Zylinders herabgegangen ist. Hat daher der Kolben den untersten Platz erreicht, so kann sich der Dampf durch den Kanal F über und unter denselben verbreiten, und die obere und untere Fläche gleich stark pressen. In diesem Zustande vermag aber das am anderen Balanzier-Ende befindliche Gegengewicht dem Kolben eine aufwärts gerichtete Bewegung zu geben, da es in der That keine andere Kraft aufzuwenden hat, als die, welche nöthig ist, um die Kolbenreibung an den Zylinderwänden zu überwinden und den Dampf im oberen Raume durch F nach dem unteren zu drücken.

Hat der Kolben das obere Zylinderende wieder erreicht, so sind zugleich die Klinken u, v und w durch die Steuerstange so bewegt worden, daß die Ventile die in der Figur angegebene Stellung wieder einnehmen und das vorige Spiel von Neuem beginnt.

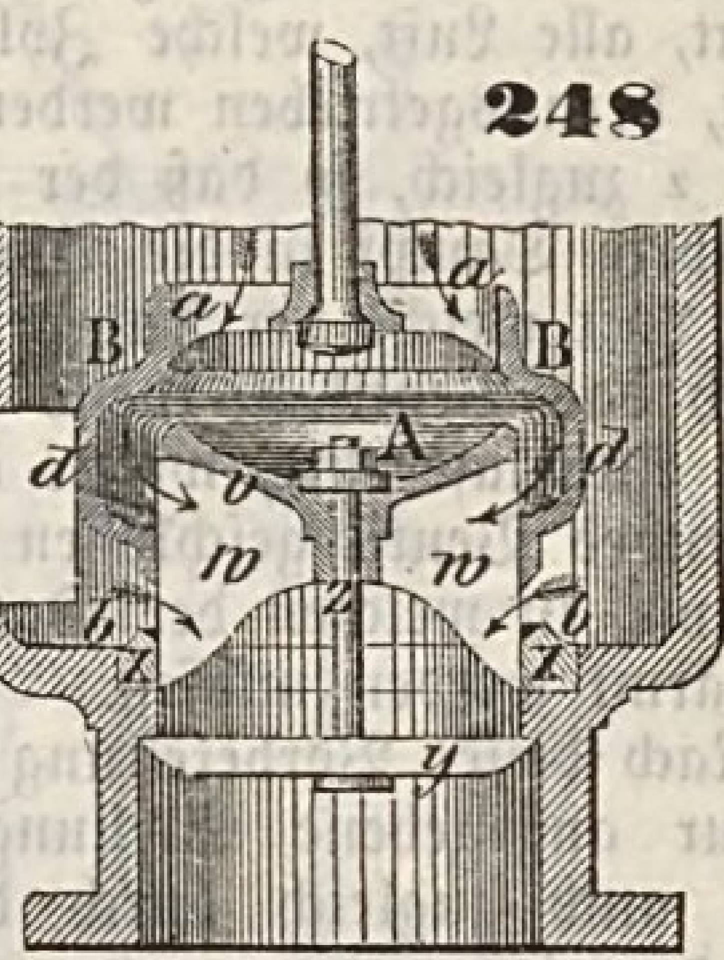
Bis zur gegenwärtigen Zeit haben sich prinzipiell diese einfach wirkenden Watt'schen Maschinen als fast allein brauchbar erhalten, wo es sich um die geradlinige Bewegung großer Pumpwerke, insbesondere um die Wasserversorgung großer Städte (wie beispielsweise in London, Hamburg, Wien 2c.) handelt; auch sind wesentliche Veränderungen seit Watt nicht angebracht worden, wenn man die Vervollkommnung einzelner Theile dabei außer Acht läßt. In letzterer Beziehung ist aber dennoch auf einen Gegenstand besonderer Wichtigkeit aufmerksam zu machen, nämlich auf die jetzt übliche Gestaltung 2c. der Steuerventile (die wir vorher mit x, y und z bezeichneten). Man hat nämlich die ursprünglich gewählten Kegel- oder Muschelventile gänzlich entfernt und sie durch Doppelsitzventile (auch Becher-, Harvey-West-Ventile 2c. genannt) ersetzt. Bei den Kegel- und Muschelventilen kommt auf die obere Fläche derselben ein, besonders bei großen Maschinen, höchst bedeutender Dampf-

druck, dem zufolge ein nachtheiliges Schlagen, Zittern ꝛc. der betreffenden Theile wie der ganzen Maschine fast unvermeidlich ist. Von diesen Uebeln fast gänzlich frei sind die erwähnten Doppelsitzventile, welche als Durchschnittsfiguren bei Fig. 247 in geschlossenem und Fig. 248 in geöffnetem Zustande dargestellt sind.

247



248



A ist der unbewegliche Ventilsitz, welcher aus einem tiefen, überall geschlossenen Teller v besteht, der unterwärts mit mehreren blätterdünnen Flügeln w versehen ist, welche gleichzeitig dem beweglichen Ventile B zur Führung dienen.

Mit diesen Flügeln ist der Sitz A in einem festliegenden Ring eingesprengt; die vollständige Befestigung des Sitzes wird aber mittelst Anker y und Schraubenbolzen z bewirkt, und zwar in einer Weise, wie dieß die Figuren 247 und 248 ohne Weiteres erkennen lassen.

Nach unserer Beschreibung dürfte leicht wahrzunehmen sein, daß der Druck des Dampfes gegen ein derartiges Ventil fast Null zu setzen ist. Denn der Dampfdruck gegen die innere Kreismündung a a des Ventiles wird von dem Teller des unbeweglichen Ventilsitzes A aufgenommen und bleibt ohne Wirkung gegen das Ventil B. Letzteres selbst erfährt von der Flüssigkeit gegen die Außenfläche a d ebensowohl einen Druck von Oben nach Unten, wie gegen b d einen Druck von Unten nach Oben, so daß überhaupt nur der Druck als wirksam gegen das Ventil B verbleibt, welcher auf die ringförmige Fläche zwischen a und b kommt.

So zweckmäßig die einfach wirkende Watt'sche Maschine für das Heben von Wasser und Salzsoolen selbst heute noch ist, so beinahe unbrauchbar wird dieselbe zur Verrichtung anderer mechanischer Arbeiten. Die meisten industriellen Zwecke machen das Umsetzen der geradlinigen Kolbenbewegung in eine kreisförmige nothwendig, was bei der einfach wirkenden Maschine zwar möglich ist, aber, wenn die erzeugte Bewegung eine sehr gleichförmige sein soll, nur dann erreicht werden kann, wenn man eine außerordentlich große träge Masse (das Schwungrad) mit in die Kreisbewegung versetzt. Um aber eine solche Masse zu bewegen, muß der Maschine eine Menge Kraft verloren gehen, die sonst auf Nutzarbeit hätte verwandt werden können, der dabei entstehenden größeren Abnuzzung der Wellzapfen und Lager noch nicht zu gedenken.

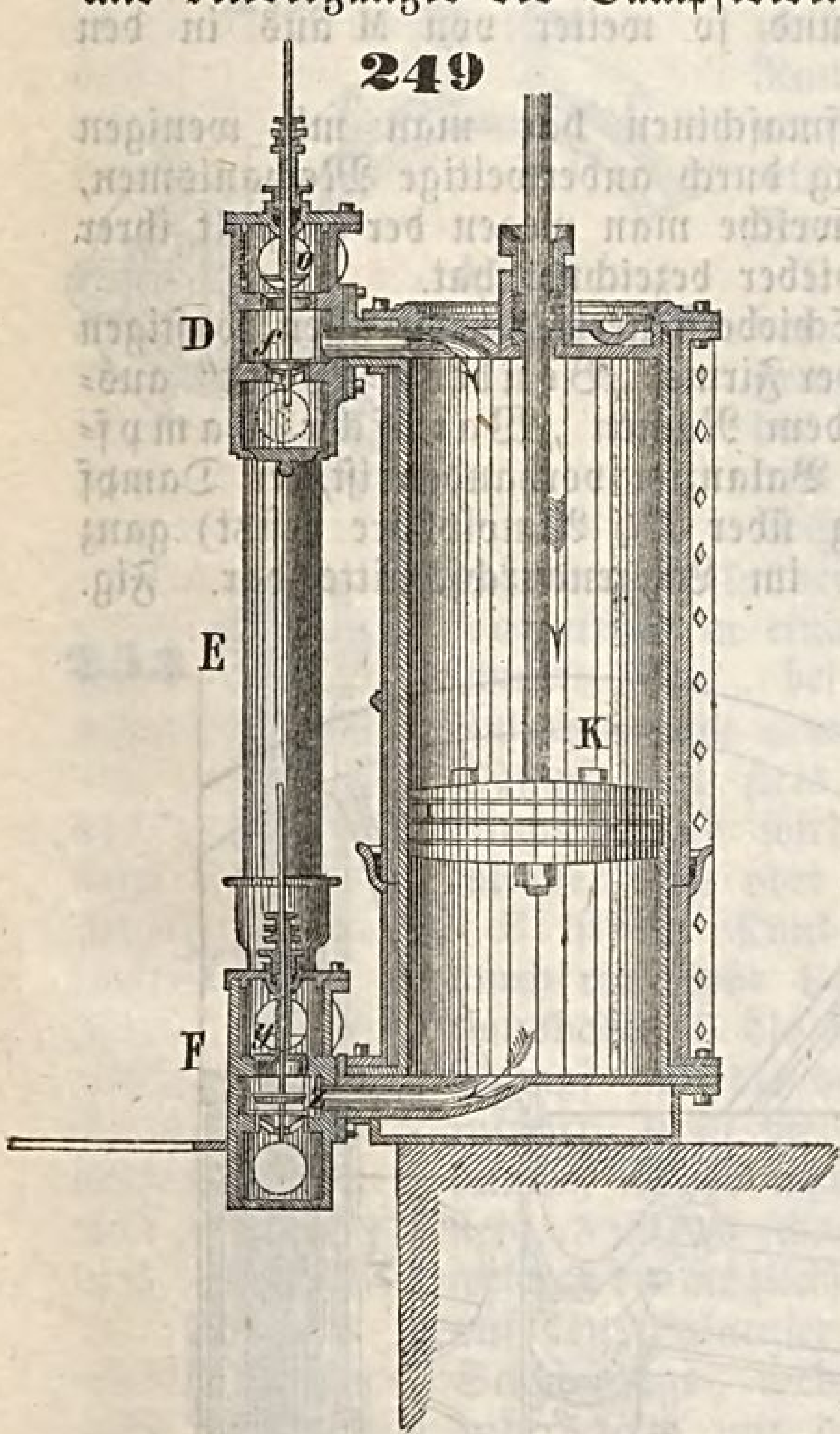
Watt's Genie erkannte diese Uebelstände bald, und sie führten ihn zur Erfindung der doppeltwirkenden Dampfmaschine. Bei dieser bewirkt der Dampf sowohl das Auf- als das Niedergehen des Kolbens, das Gegengewicht wird ganz unnöthig und die vorgenannte träge Masse, welche man wegen einer gleichförmigen Kreisbewegung anzubringen hat, kann von weit geringerem Gewichte sein.

Im Jahre 1782 erhielt Watt ein Patent auf die doppeltwirkende Ma-

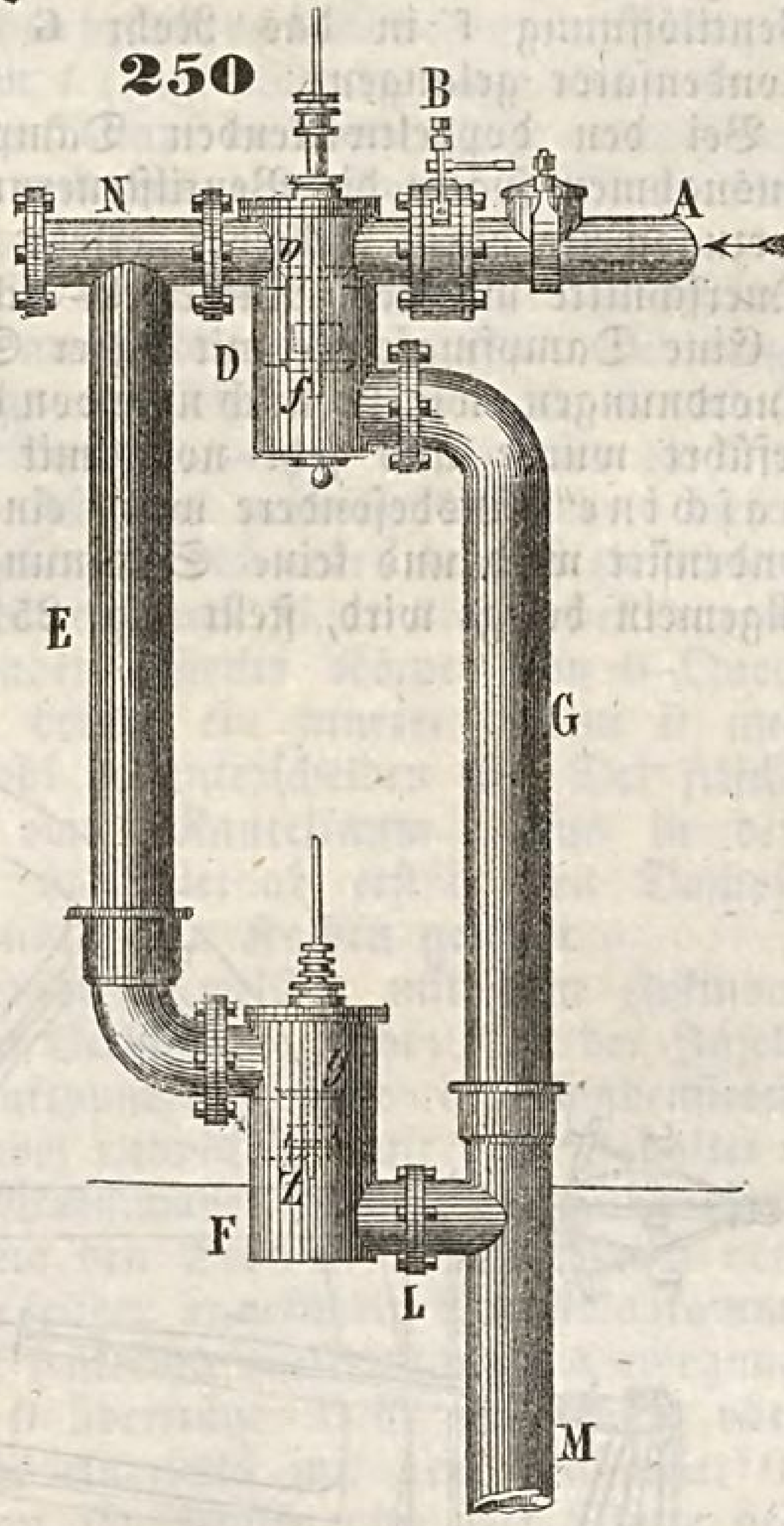
schine, und von dieser Zeit an tritt die Dampfmaschine als für alle industriellen Zweige brauchbar auf.

Die Figuren 249 und 250 sind Abbildungen der Hauptttheile einer doppeltwirkenden Dampfmaschine, und zwar des Dampfzylinders mit dem Apparate (Steuerapparate) zur selbstthätigen Hervorbringung des Auf- und Niederganges des Dampfkolbens

249



250



Durch das Rohr A wird vom Dampfkessel aus der Maschine stets frischer Dampf zugeführt. Nachdem derselbe die Stelle bei B passirt hat, woselbst sich, zur Regulirung des einzulassenden Dampfquantums, eine kreisförmige Klappe (Drosselventil) befindet, tritt er in den oberen Steuerzylinder D, worin zwei Kegelventile v und f angebracht sind, deren Zweck bald einleuchten wird. Durch ein Rohr E wird der obere Steuerzylinder mit dem unteren F in Verbindung gesetzt, woselbst sich abermals zwei Ventile y, z befinden. Das Rohr G endlich verbindet beide Steuerzylinder mit dem Kondensator der Dampfmaschine.

Nach diesen Vorbemerkungen läßt sich das Spiel der Maschine leicht erklären. Bei der in Fig. 249 und 250 gezeichneten Stellung der Ventile, wo v und z geöffnet, dagegen f und y geschlossen sind, tritt der frische Dampf durch die Ventilöffnung v über den Kolben K des Dampfzylinders und veranlaßt den Niedergang des Kolbens. Der noch vom vorhergehenden Aufgange unter dem Kolben befindliche Dampf entweicht durch die Ventilöffnung z und durch das Rohrstück L in das Hauptrohr M und von hier ab in den Kondensator, dessen Anordnung ganz dieselbe ist, wie bei der Figur 246 beschriebenen einfach wirkenden Maschine.

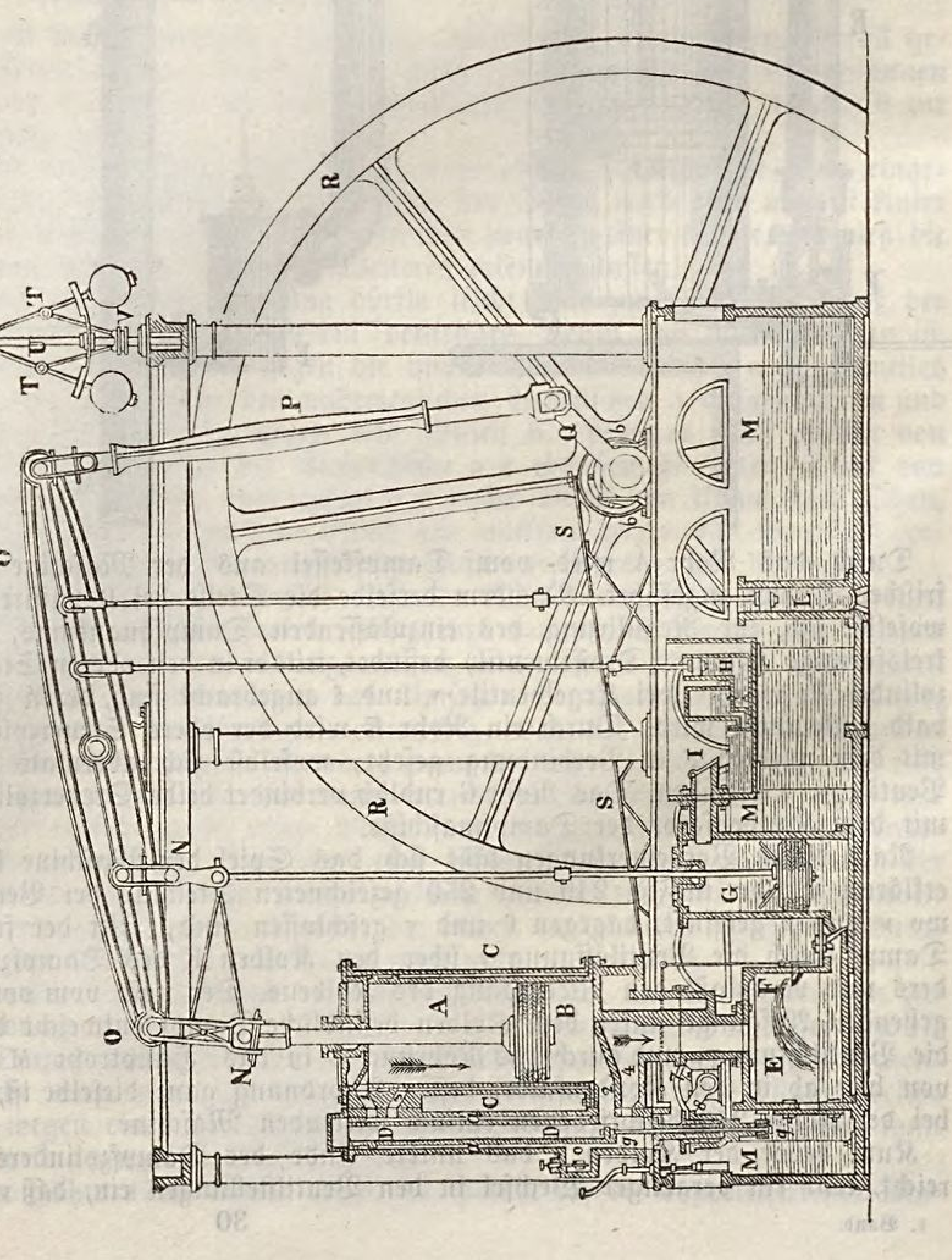
Kurz bevor der Kolben K das untere Ende des Dampfzylinders erreicht, tritt ein derartiger Wechsel in den Ventilstellungen ein, daß v und

z geschlossen, dagegen f und y geöffnet werden. Hierdurch ist dem Dampfe der Weg nach dem Raume über dem Dampfkolben versperrt, es tritt derselbe von A aus durch B über v (Fig. 250) wegströmend direkt in das Rohr E, gelangt durch die Ventilöffnung y unter den Dampfkolben K und nöthigt diesen zum Aufwärtssteigen. Während dieser ganzen Zeit kann der noch über dem Kolben befindliche Dampf durch die Ventilöffnung f in das Rohr G und so weiter von M aus in den Kondensator gelangen.

Bei den doppeltwirkenden Dampfmaschinen hat man mit wenigen Ausnahmen später die Ventilsteuerung durch anderweitige Mechanismen, vorzugsweise durch Schieber, ersetzt, welche man wegen der Gestalt ihrer Querschnitte mit dem Namen D-Schieber bezeichnet hat.

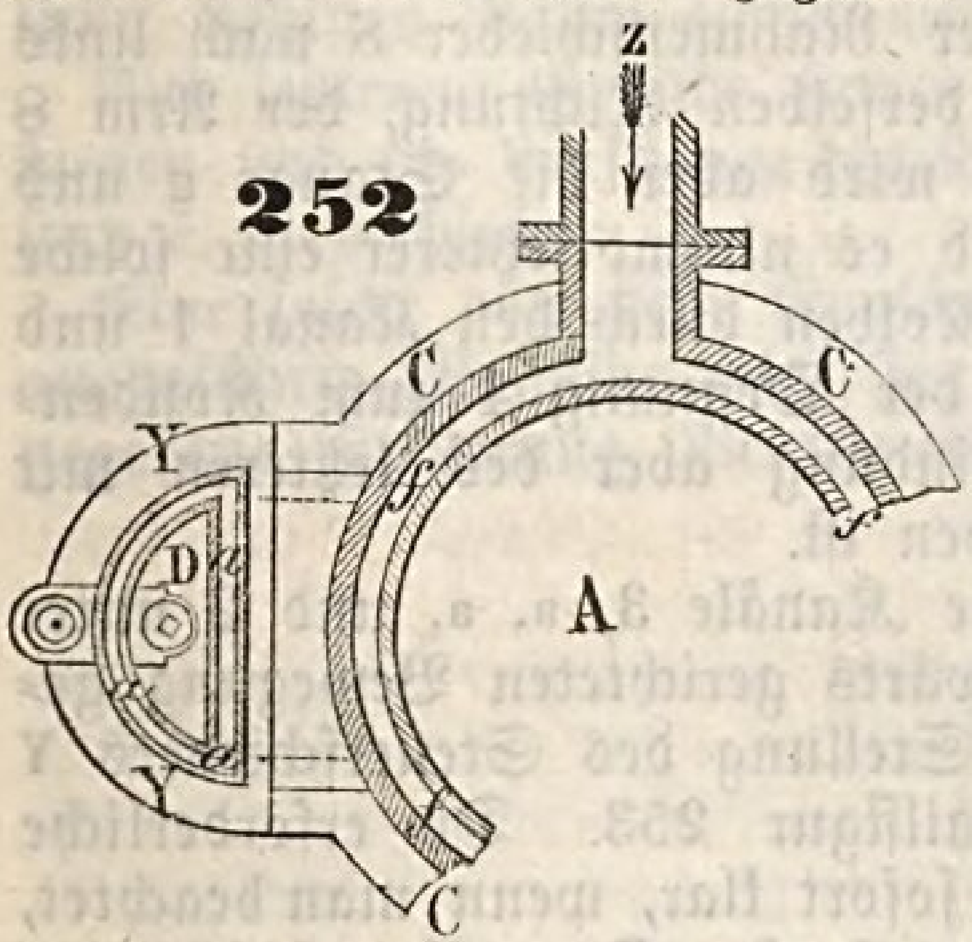
Eine Dampfmaschine mit dieser Schiebersteuerung nebst allen sonstigen Anordnungen, wie sie auch noch von der Firma „Boulton-Watt“ ausgeführt wurde und jetzt noch mit dem Namen „Watt'sche Dampfmaschine“ (insbesondere wenn ein Balanzier vorhanden ist, der Dampf kondensirt wird und keine Spannung über 1½ Atmosphäre besitzt) ganz allgemein belegt wird, stellt Fig. 251 im Längendurchschnitte dar. Fig.

251



252 ist der Grundriß des Durchschnitts durch Dampf- und Steuerzylinder, und Fig. 253 der D-Schieber in der Stellung für den Aufgang des Klbvens, beide letztere Figuren in vergrößertem Maßstabe gezeichnet.

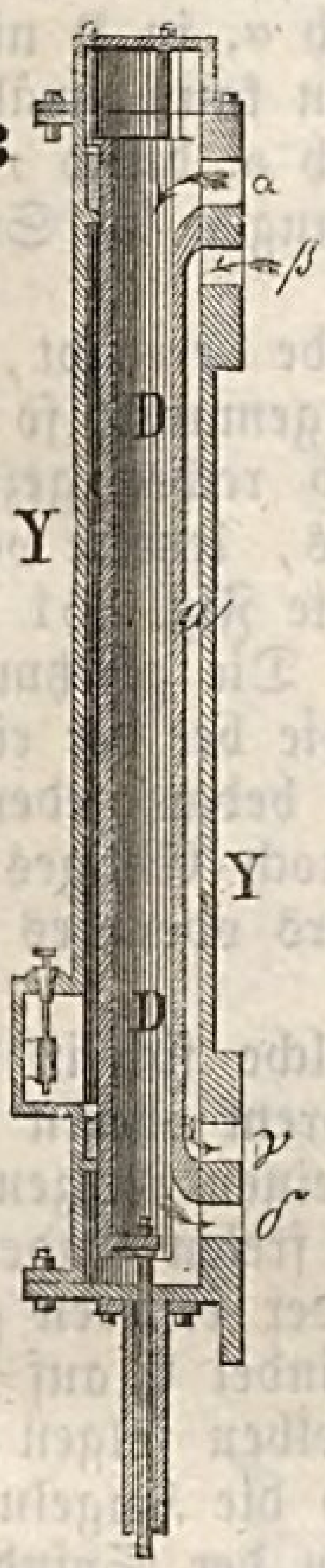
252



Dabei ist A der Dampfzylinder mit dem Kolben B, ferner C ein Mantel, welcher den Zylinder A umgibt, während in den zwischen beiden verbleibenden ringförmigen Raum f (Fig. 252) der vom Kessel kommende Dampf durch ein Rohr z eingeführt wird und aus dem Raum f erst in den Steuerkasten Y (Fig. 253) tritt.

D ist der bereits erwähnte Dampfschieber, an beiden Enden offen und lang genug, um die Dampfkanäle 1 und 2 des Dampfzylinders übergreifen zu können. Für das gehörige Verstehen dieses Schiebers ist besonders darauf zu achten, daß er (wie insbesondere aus Figur 252 erhellt) zwei konzentrisch in einander gesteckte Körper von D-Querschnitt bildet, bei denen ein innerer Raum D und Zwischenraum a wohl zu unterscheiden ist. Der frische Dampf tritt stets vom Mantelraum f aus in den Raum a und wird von hier ab erst in den Dampfzylinder über oder unter den Kolben geleitet.

253



E ist der Kondensator, welcher mit dem Zylinder durch ein Rohr 4 in Verbindung steht; F ist der Injektionshahn, G die Luftpumpe, welche den kondensirten Dampf und die dabei entwickelte Luft dem Behälter I zuführt. H ist die Warmwasser- und L die Kaltwasserpumpe, welche letztere den Behälter M mit Wasser versieht. N ist das schon früher angeführte Parallelogramm, welches die möglichst senkrechte Kolbenstangen-Bewegung auf den Balanzier O überträgt. P ist eine Lenk- oder Schubstange, welche einerseits mit dem Balanzier O, andererseits mit dem Endpunkte oder der Warze des Krummzapfens Q verbunden ist. Letzterer ist nebst dem Schwungrade R auf die Welle gekeilt, von welcher aus die Bewegung beliebig fortgepflanzt werden kann.

Auf der Schwungradwelle ist überdieß eine kreisförmige, doch außer ihrem geometrischen Mittelpunkte befestigte Scheibe (exzentrische Scheibe) angebracht, die sich während der Bewegung der Welle mit sanfter Reibung innerhalb eines Ringes 6 dreht, der mit dem rahmenförmigen Schieber S einen Köper ausmacht.

Mit dem anderen Ende des Schiebers S ist der Arm 7 eines Winkelhebels in Verbindung gebracht, dessen zweiter Arm 8 auf die Vertikalstange g wirkt, welche mit ihrem oberen Ende an dem D-Schieber befestigt ist.

Das Spiel der Maschine ist Folgendes:

Der von dem Kessel kommende Dampf wird, wie schon gesagt, in den ringförmigen Raum f geleitet, der zwischen Zylinder A und Mantel C sichtbar ist. Von da aus geht derselbe durch den Dampfzylinder-Kanal 3 und von hier bei der Stellung des Schiebers D, wie sie die Fig. 251 zeigt, durch die Oeffnung 1 über den Kolben B. Zu gleicher Zeit ist der unter dem Kolben befindliche Dampf durch die Kanäle 2 und 4 mit dem

Kondensator E in Verbindung gesetzt, woselbst er verdichtet und so dem Kolben der Niedergang gestattet wird. Ist der Kolben (beinahe) bis zum Zylinderboden herabgegangen, und hat dabei das Schwungrad eine halbe Umdrehung gemacht, so wird der Rahmenschieber S nach links bewegt, hiedurch der Hebelarm 7 nach derselben Richtung, der Arm 8 abwärts gedreht. Bei dieser Bewegung wird aber die Stange g und mit ihr der D-Schieber niedergezogen, und es nimmt letzterer eine solche Stellung an, daß der Dampf über dem Kolben durch den Kanal 1 und den hohlen Raum des D-Schiebers mit der Oeffnung 4 zum Kondensator in Verbindung gebracht, die Verbindung aber des letzteren mit dem Dampfe unter dem Kolben aufgehoben ist.

Ferner kann der neue Dampf durch die Kanäle 3, a, a, und 2 unter den Kolben treten, so daß dieser zur aufwärts gerichteten Bewegung genöthigt wird. Noch deutlicher wird die Stellung des Steuerschiebers Y für den Kolbenaufgang durch die Detailfigur 253. Die erforderliche Dampf-Zu- und Abführung wird dabei sofort klar, wenn man beachtet, daß die Oeffnung α im Schieber mit dem obersten Dampfkanale kommunizirt, der Dampf über dem Kolben also von 3 durch α, in D niederwärts durch δ nach 4 und so in den Kondensator treten kann, während der frische Dampf von f durch β (im Schieber) nach a, durch γ zum Dampfkanale 2 und folglich unter den Kolben zu gelangen im Stande ist und dessen Aufgang bewirkt.

Hat der Kolben (beinahe) das obere Zylinderende erreicht, das Schwungrad aber die zweite Hälfte einer Umdrehung gemacht, so wird der Rahmenschieber und mit ihm der Hebelarm 7 nach rechts gezogen, der Hebelarm 8 aber geht nebst der Stange aufwärts, letztere versetzt den D-Schieber wieder in die anfängliche Stellung, wie Fig. 251 zeigt, und das Spiel der Maschine beginnt von Neuem. Die gesetzmäßige Bewegung aller vorhandenen Pumpen erfolgt so wie bei der einfach wirkenden Watt'schen Maschine angegeben wurde, und bedarf jedenfalls keiner weiteren Auseinandersetzung. Wohl aber wird noch Einiges über die Einrichtung und Wirkung des Dampfzuflußregulators oder des Zentrifugalpendels (Moderators) T gesagt werden müssen.

U ist eine vertikal stehende Spindel oder Welle, welche sich in dieser Stellung auf ihrem unteren Ende drehen kann, an ihrem oberen Ende aber zwei Ruthen T, T aufnimmt, die daselbst durch einen Bolzen verbunden und zugleich um diesen beweglich sind. Die freien Enden der Ruthen tragen gewichtige Kugeln, und von der Mitte der ersteren gehen Stäbe nach einer Hülse V herab, die sich auf der Spindel U auf- und abschieben läßt, zugleich aber auch der Umdrehung derselben folgen muß.

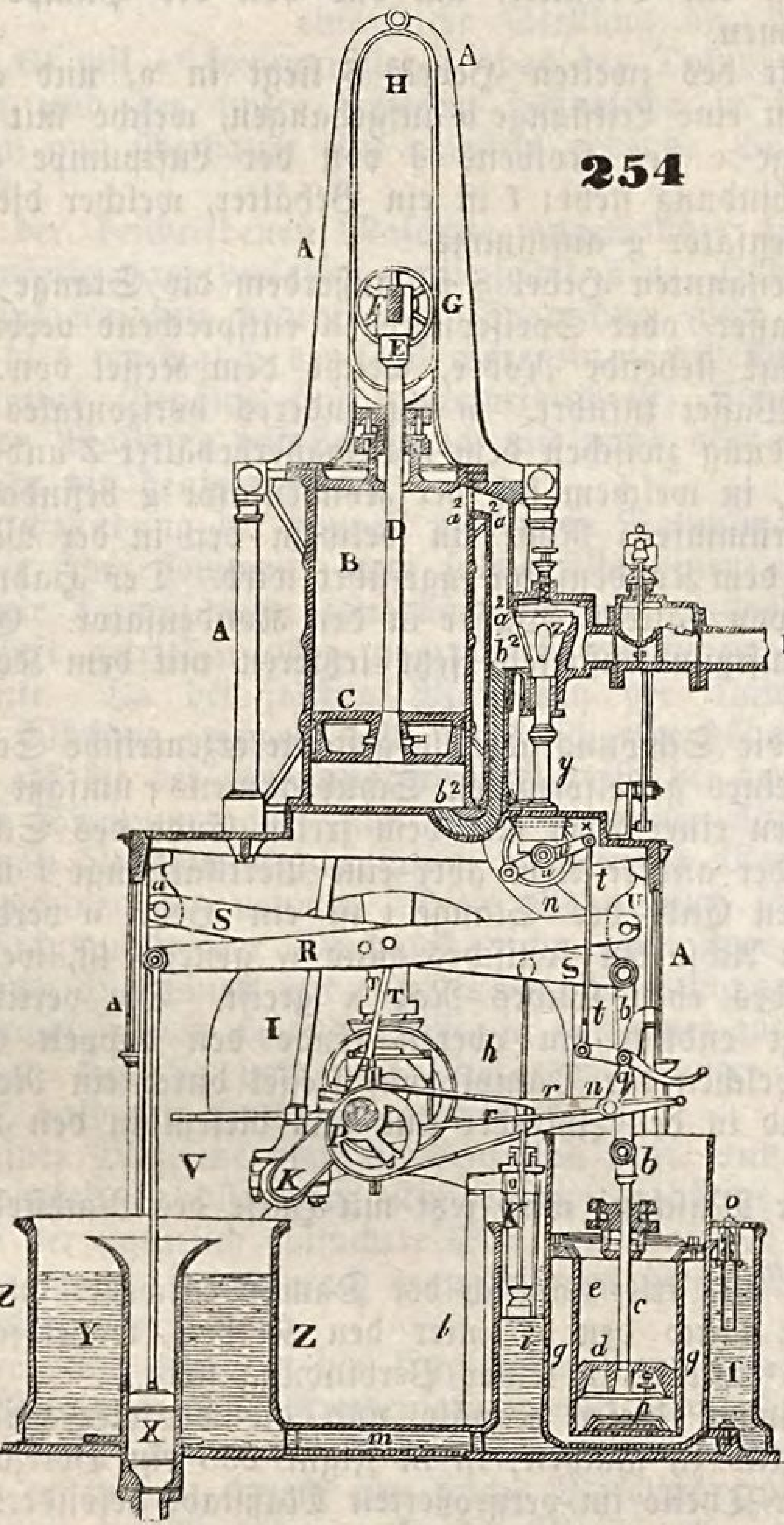
Bei einer schnellen Drehung der Spindel werden sich die Kugeln vermöge der eintretenden Zentrifugal- oder Fliehkraft von der Spindel zu entfernen streben, und dabei vermöge der Verbindung die Hülse V längs der Spindel in die Höhe ziehen. Verbindet man daher die Hülse mit einer Klappe des Rohrs, welches vom Kessel aus der Maschine den Dampf zuführt, und ist dieselbe so angeordnet, daß sie beim tiefsten Stande der Kugeln, wo die Ruthen derselben mit der Spindel gewöhnlich einen Winkel von ungefähr 30 Graden einschließen, völlig offen ist, so erkennt man leicht, wie auf diese Weise der Dampfzufluß bei einem zu schnellen Gange der Maschine vermindert, und diese auf den Normalzustand ihrer gleichförmigen Bewegung zurückgeführt werden kann. Zu bedauern ist nur, daß spätere Erfahrungen gelehrt haben, daß dieser Apparat kein Regulator, sondern höchstens ein Moderator genannt zu werden verdient, außerdem auch zufolge der ganzen Einrichtung und Verbindung mit der Maschine gewöhnlich zu spät regulirt.

Die später nach Watt gemachten Abänderungen der doppelt wirkenden Dampfmaschine bezogen sich größtentheils auf Nebendinge, vor allem war man aber bemüht, diese Maschine so zu konstruiren, daß sie den möglichst kleinsten Raum einnimmt.

Aus letzterem Grunde suchte man namentlich den Balanzier zu entfernen und die Lenkstange des Krummzapfens unmittelbar mit der Kolbenstange zu verbinden.

Eine solche von dem Engländer Maudslay angegebene und vielfach ausgeführte Maschine zeigt Fig. 254, bei welcher zugleich die früher angegebene Steuerung, Ventile oder Schieber, von einem Hahne bewirkt wird.

254



A, A ist das beinahe pyramidal geformte gußeiserne Gestell der Maschine, B der Dampfzylinder mit dem Kolben C und der Kolbenstange D. Letztere endigt sich in ein gabelförmiges Stück E, mit welchem ein horizontales Querstück, der sogenannte Kreuzkopf F, in der Figur nur im Durchschnitte sichtbar, verbunden ist. F dient zugleich einer Rolle G als Achse, welche längs der inneren Seitenwände des Ständers H auf- und abbewegt werden kann und wodurch es möglich wird, die Kolbenstange senkrecht zu führen.

Jedes der Enden vom Kreuzkopfe F nimmt eine Lenkstange I auf, welche die Bewegung von der Kolbenstange nach dem doppelten Krummzapfen K überträgt, wovon sich auf jeder Seite der Maschine einer befindet, und welche auf die Welle des Schwungrades (in der Figur ist das Schwungrad weggelassen) aufgekeilt sind.

Zwischen den beiden Hauptkrummzapfen K sind auf einem horizontalen Theile der Schwungradwelle zwei kleinere Krummzapfen aufgesteckt, welche mittelst Lenkstangen T zwei einarmige Hebel (Balanziers) R und S bewegen. Der Drehpunkt von R liegt in U, und an dem anderen Ende dieses Hebels ist die Stange V des Kolbens X der Kaltwasserpumpe Y angebracht. Z ist ein Behälter, um das von der Pumpe Y gehobene Wasser aufzunehmen.

Der Drehpunkt des zweiten Hebels S liegt in a, und am anderen Ende desselben ist eine Leitstange b aufgehangen, welche mit dem oberen Ende der Stange c des Kolbens d von der Luftpumpe e durch ein Charnier in Verbindung steht; f ist ein Behälter, welcher die Luftpumpe e und den Kondensator g aufnimmt.

Mit dem vorgenannten Hebel S ist außerdem die Stange h vom Kolben der Warmwasser- oder Speisepumpe K entsprechend verbunden.

l ist eine vertikal stehende Röhre, welche dem Kessel von der Pumpe K aus warmes Wasser zuführt. m ein anderes horizontales Rohr, wodurch die Verbindung zwischen dem Kaltwasserbehälter Z und dem Raume f hergestellt wird, in welchem sich der Kondensator g befindet.

n ist ein (gekrümmtes) Rohr, in welchem der in der Maschine verbrauchte Dampf dem Kondensator zugeführt wird. Der Hahn o gestattet das Einspritzen von kaltem Wasser in den Kondensator. Ein Ventil p im Boden des Luftpumpenstiefels setzt letzteren mit dem Kondensator g in Verbindung.

s ist eine auf die Schwungradwelle gesteckte exzentrische Scheibe, welche von dem Kopfe eines gabelförmigen Schubrahmens r umfaßt wird. q ein Winkelhebel, dessen einer Arm mit dem freien Ende des Schubrahmens r verbunden ist, der andere Arm aber eine Vertikalstange t umfaßt.

Mit dem oberen Ende der Stange t ist ein Hebel u verbunden, auf dessen horizontale Achse ein konisches Rad w gesteckt ist, welches in ein horizontal liegendes eben solches Rad x greift. Die vertikal stehende Achse von x trägt endlich am oberen Ende den doppelt durchbohrten Hahn z, durch welchen der Dampf, vom Kessel durch ein Rohr K′ zugeführt, entsprechend in den Zylinder und aus diesem in den Kondensator gelangt.

Das Spiel der Maschine wird jetzt mit Hülfe des Nachstehenden leicht deutlich werden.

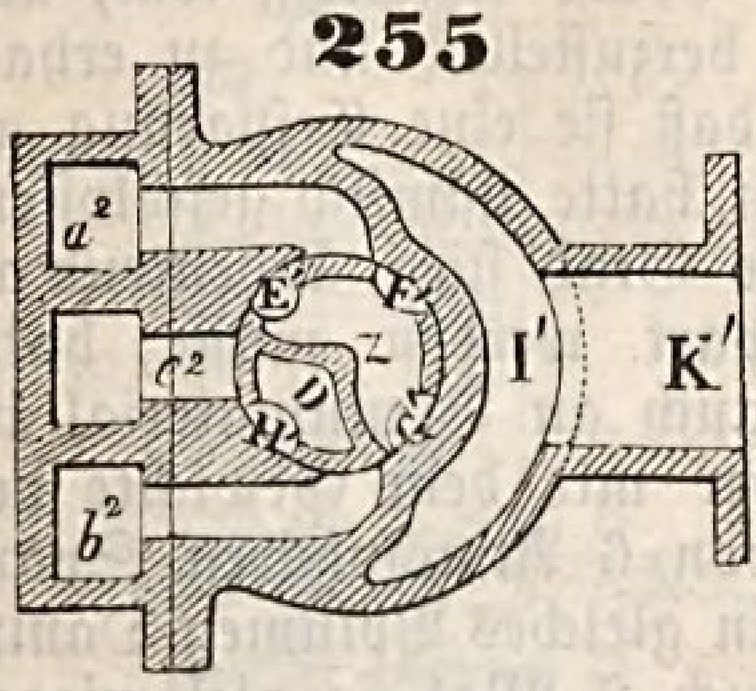
Vom Hahne z aus tritt nämlich der Dampf entweder durch den Kanal a^2 über, oder durch den b^2 unter den Kolben, wobei jedoch zu bemerken ist, daß a^2 mit b^2 in keiner Verbindung steht.

Um die Stellungen dieser Kanäle und die der vier Hahnöffnungen möglichst einsichtlich zu machen, ist in Figur 255 ein Horizontal-Durchschnitt aller dieser Theile im vergrößerten Maßstabe besonders dargestellt.

E′, F′, G′ und H′ sind die vier Oeffnungen des Hahnes z; D ist eine Wand im Körper des letzteren, welche E′, F′, G′ von H′ trennt; überdieß sind die ersten drei Oeffnungen oberhalb durch eine Platte so verdeckt, daß sie nur unter sich, nicht aber mit D kommunizìren können, dagegen ist der Raum über D und H′ völlig offen gelassen.

Ist nun durch den vorher beschriebenen Mechanismus die Welle y und mit ihr der Hahn z so gedreht, daß die Oeffnung H′ mit b^2 in Verbindung gesetzt ist, so kommunizirt auch F′ mit a^2 und E′ mit c^2,

255



welcher letztere Kanal mittelst der Röhre n den Weg zum Kondensator eröffnet.

Der von K^1 aus zugeführte Dampf tritt daher in dieser Stellung über die Kante von I^1 in die Oeffnung von D, von hier aus durch H^1 in den Kanal b^2 und folglich unter den Kolben. Der über dem Kolben befindliche Dampf aber nimmt seinen Weg durch den Kanal a^2 nach F^1 und e^2 in den Kondensator.

Hat der Kolben (beinahe) das obere Zylinderende erreicht, so nimmt der Hahn z eine solche Stellung an, daß H^1 mit a^2, F^1 mit b^2 und G^1 mit e^2 kommunizirt, so daß der Dampf von D aus über den Kolben und der unter letzterem befindliche in den Kondensator strömen kann und überhaupt eine abwärts gehende Bewegung des Kolbens eintritt.

Die bei der beschriebenen Maschine angewandte Hahnsteuerung hat man gegenwärtig ganz verlassen, weil selbst neue Hähne bei Dämpfen von nur einigermaßen bedeutender Spannung nicht dicht halten und selbst, wenn dies anfänglich der Fall wäre, ein nachtheiliges Abnutzen von Hahnkörper und Gehäuse fast unvermeidlich ist. Der pyramidale Bau der fraglichen Maschine hat sich jedoch mit mehr oder weniger wichtigen Abänderungen bis heute erhalten.

Nach der Erfindung der doppelt wirkenden Dampfmaschine mußte man leicht auf die Idee kommen, auch solche Maschinen zu konstruiren, wo der gebrauchte Dampf nicht kondensirt, sondern entweder in die atmosphärische Luft getrieben oder zu anderen technischen Zwecken verwandt werden konnte. Da bei solchen Maschinen der Dampf, wenn er eine mechanische Wirkung erzeugen soll, natürlich eine höhere Spannung besitzen muß, als die der atmosphärischen Luft ist, bei den Watt'schen Maschinen diese Spannung aber nur selten die einer Atmosphäre erreichte, so pflegte man die ohne Kondensation arbeitenden Maschinen gewöhnlich Hochdruckmaschinen zu nennen. Diese Benennung ist jedoch für den heutigen Standpunkt der Mechanik nicht mehr streng richtig, da man auch Watt'sche Maschinen mit einer Dampfspannung arbeiten läßt, welche die der Atmosphäre oft weit übertrifft, ja von einer guten Maschine wohl auch verlangt, daß sie bald mit Niederdruck (unter einer Atmosphäre Spannung), bald mit Hochdruck arbeiten kann.

Da bei einer Maschine ohne Kondensation Luft- und Kaltwasserpumpe von selbst wegfallen, alle zum Kondensator gehörige Theile vermieden werden und der natürlich einfachere Bau der Maschine dieselbe weit weniger kostbar macht, so versprach man sich von dieser Gattung Maschinen außerordentliche Vortheile.

Im Jahre 1802 erbauten die Engländer Trevethick und Vivian die ersten Maschinen ohne Kondensation, und verwandten dieselben bald nachher zu Dampf von 6 bis 7 Atmosphären Spannung. Leider mußten sie auch die ersten sein, denen eine solche Maschine explodirte.

Ebenso baute der Amerikaner Evans Maschinen, welche mit Dampf von 8 bis 10 Atmosphären arbeiteten, ja Perkins und Dr. Alban gaben sogar Maschinen an, bei welchen der Dampf die außerordentliche Spannung von 35 bis 50 Atmosphären annehmen sollte.

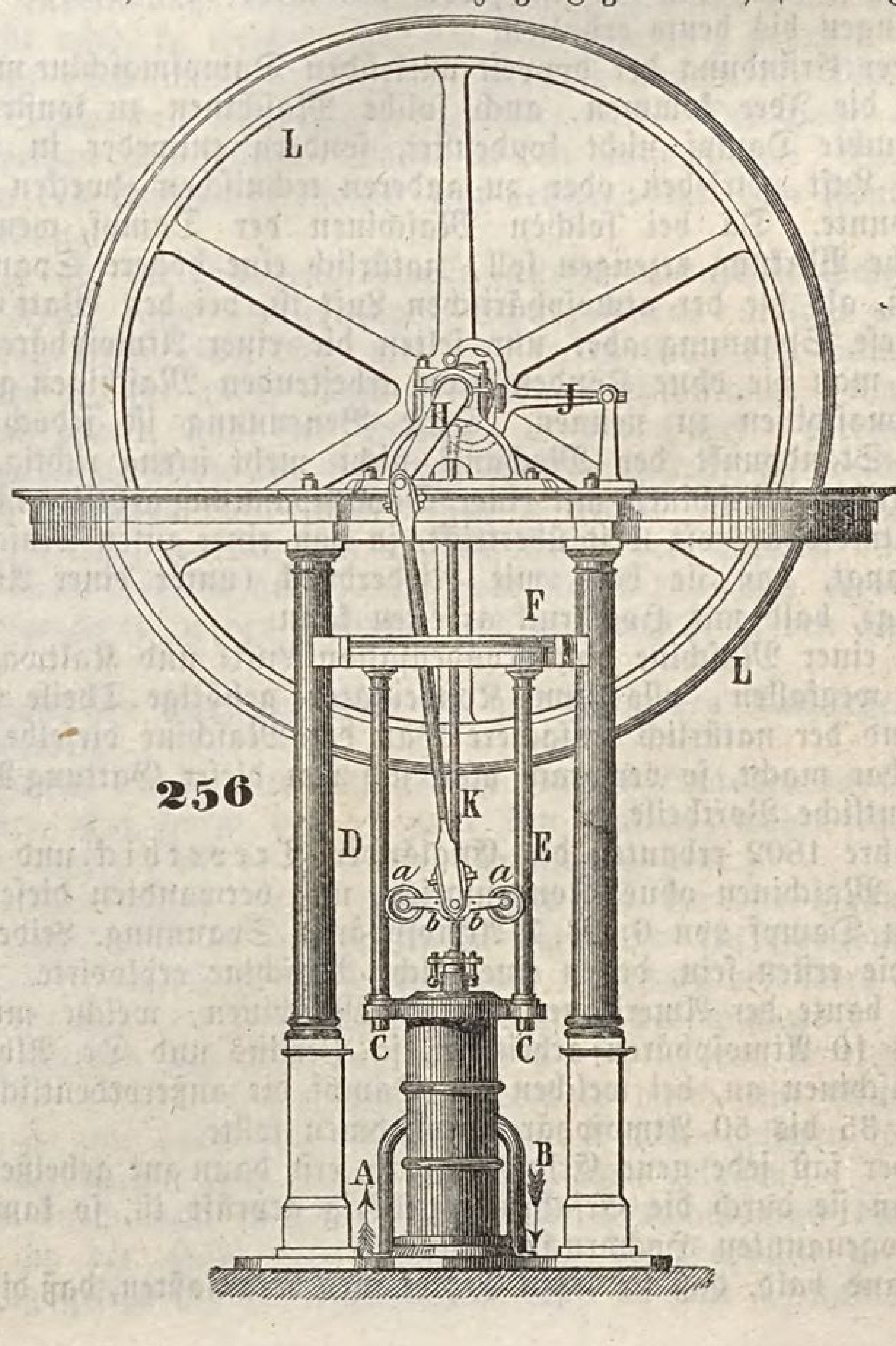
Wie aber fast jede neue Erfindung nur erst dann gut geheißen werden kann, wenn sie durch die Erfahrung gehörig geprüft ist, so kam es auch mit den sogenannten Hochdruckmaschinen.

Man fand bald, daß sie leicht Explosionen veranlaßten, daß die Kolben-

reibung außerordentlich erhöht wurde und es höchst schwierig war, alle Theile der Maschinen vollkommen dampfdicht herzustellen und zu erhalten. Vor Allem mußte man aber erkennen, daß sie eine Ersparung an Brennmaterial durchaus nicht gewährten. Man hatte nämlich geschlossen, daß, weil Dampf, dessen Wärme nur um einige Grad stieg, bedeutend an Spannung zunahm, auch Brennmaterial gespart werden müsse, hatte aber dabei unbeachtet gelassen, daß der Verbrauch an Brennmaterial im Verhältniß der verdampften Wassermenge oder mit dem Gewichte des Dampfes zunimmt. So wird z. B. Dampf von 6 Atmosphären Spannung wohl eine 6 Mal so große Kraft, als ein gleiches Volumen Dampf von einer Atmosphäre besitzen, aber er wird auch 6 Mal so viel wiegen und 6 Mal so viel Feuerung nöthig machen.

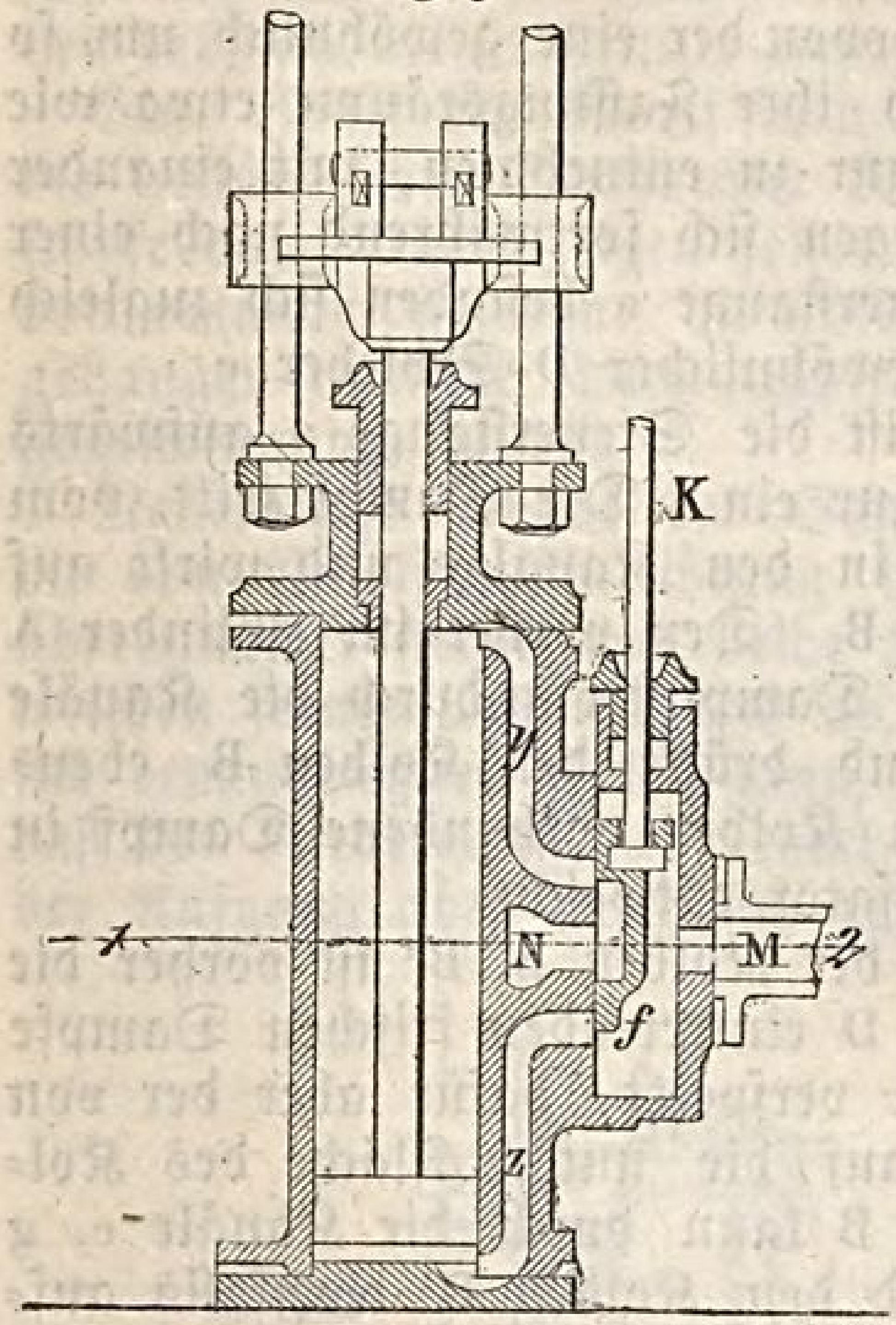
Gegenwärtig wendet man daher Hochdruckmaschinen oder besser Maschinen ohne Kondensation entweder nur dann an, wenn man den Dampfzufluß absperrt, ehe der Kolben den halben Weg im Zylinder zurückgelegt hat (als Expansionsmaschine), oder nur unter besonderen Umständen, z. B. wo man kein gutes Kondensationswasser hat, oder die Kondensation gar nicht anwenden kann, wie bei Lokomotiven, oder auch, wo man die gebrauchten Dämpfe zum Heizen, Trocknen 2c. vortheilhaft zu verwenden im Stande ist.

Eine nach Gestalt und Verhältnissen recht gefällige Hochdruckmaschine des Pariser Mechanikers Bourdon zeigt Figur 256, ferner Figur 257

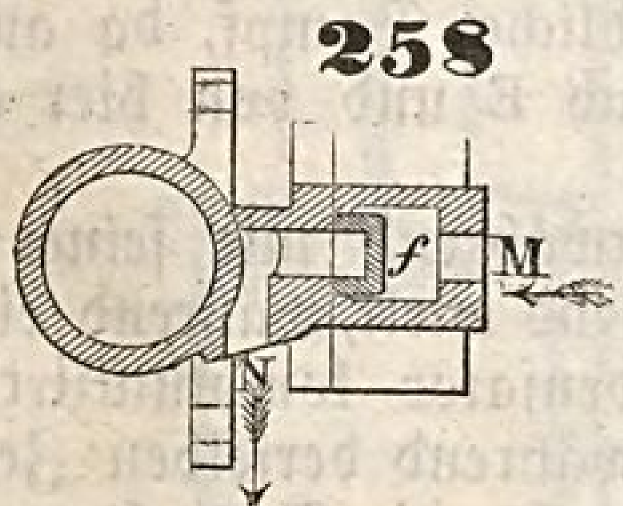


256

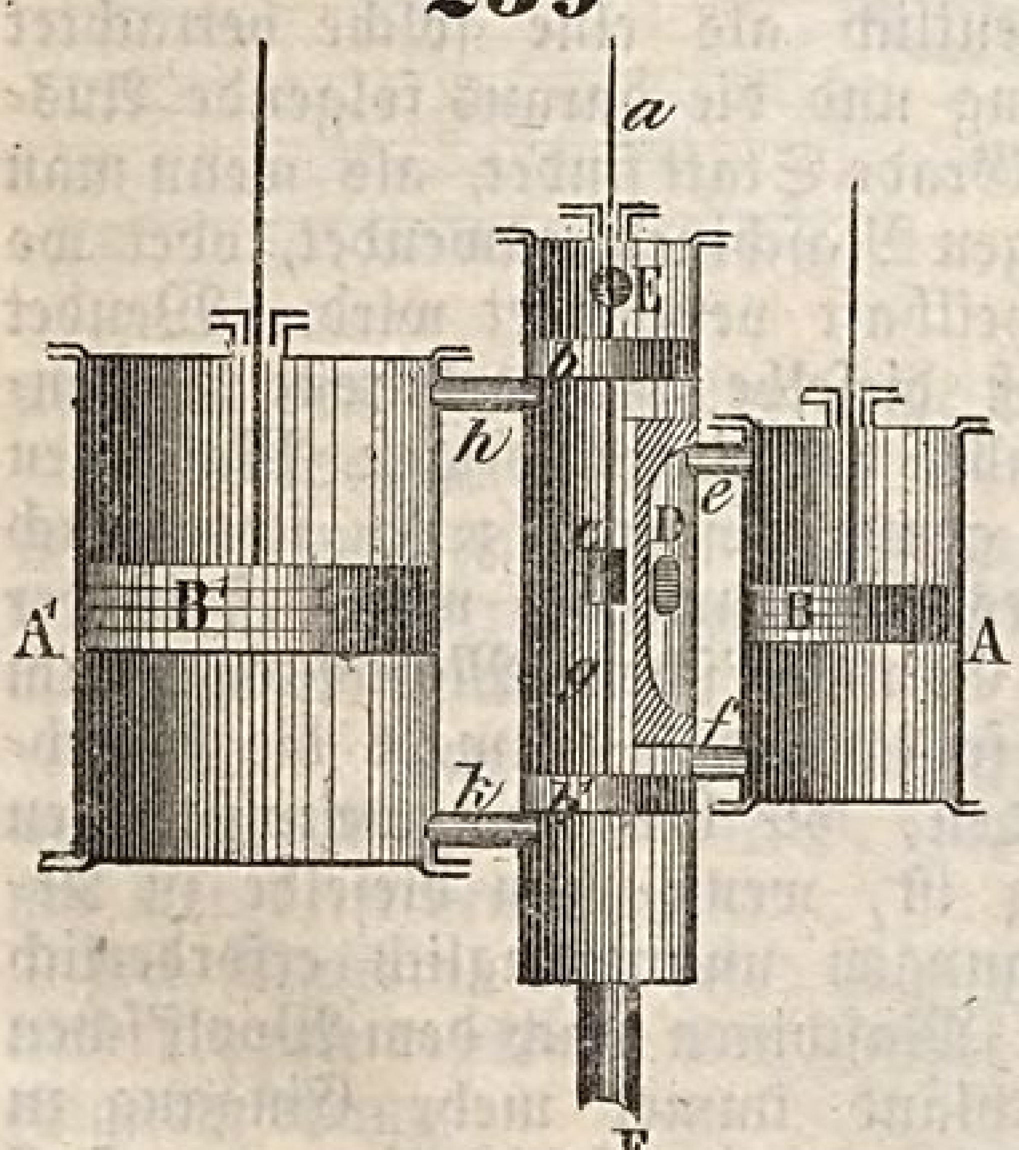
257



258



259



den Durchschnitt durch Dampfzylinder und Steuerkasten einer fast ganz gleichen Maschine, wie sie auf den Wasserstationen der hannoverschen Eisenbahnen, vom Maschinendirektor Kirchweger konstruirt, mehrfach zu finden ist.

Figur 256 wird kaum einer besondern Erklärung bedürfen. A ist das Dampfzuführ- und B das Dampfabführrohr. Auf dem Zylinderdeckel C sind zylindrische Ständer D, E aufgesetzt, die, oberhalb mit einer Brücke F verbunden, den Rollen a, a des Kolbenstangenkreuzkopfes b hinreichende Stütze und Geradführung gewähren. Die Bewegung des zur Steuerung hier angewandten Schiebers (ganz wie bei Figur 257) erfolgt durch eine auf die Welle H des Schwungrades L gesteckte exzentrische Scheibe, die von einer schwingenden Gabel J entsprechend umfaßt wird, mit deren unterem Arme die Schieberstange K (Fig. 257) fest verbunden ist.

In Bezug auf Figur 257 werde zunächst bemerkt, daß Figur 258 den Grundriß eines Durchschnittes nach der Linie 1, 2 der ersten Figur darstellt. Dabei ist ferner M die Stelle des Dampfeintritts, so wie N die Seitenöffnung, aus welcher der Dampf in die freie Luft tritt. Der Dampfschieber f ist hier nicht der lange Schieber, wie oben Fig. 253 bei der Watt'schen Maschine, sondern der sogenannte kurze Schieber, der leichter auszuführen und insbesondere besser dicht zu halten ist. Letztere Vortheile bringt man gern dem Dampfverluste durch Vorhandensein der Dampfkanäle z und y zum Opfer. Wie der Schieberstand Fig. 257 ist, so beginnt der frische bei M eintretende Dampf im Kanale z fort unter den Kolben zu gehen und diesen zur Aufwärtsbewegung zu nöthigen, während der vom Niedergange über dem Kolben befindliche Dampf durch y nach N hin und so weiter in die freie Luft treten kann.

Mehrfach hatte man auch versucht, sogenannte Hochdruckmaschinen mit Niederdruckmaschinen zu verbinden und dabei zugleich von der bereits erwähnten Absperrung oder Expansion Gebrauch zu machen. Jonathan Hornblower hatte im Jahre 1781, oder vor ihm schon Dr. Falk, die erste derartige Idee. Indessen brachte sie erst Arthur Woolf im Jahre 1804 zu einer wirklichen praktischen Ausführung, und da dessen Maschine zugleich als Repräsentant des Expansionssystems betrachtet wird, so mag nur diese hier näher beschrieben werden.

Fig. 259 zeigt die Haupttheile der Woolf'schen Maschine im Durchschnitte. A und A' sind zwei Dampfzylinder, wovon der eine gewöhnlich um so viel größer wie der andere ist, daß sich ihre Fassungsräume etwa wie 1 : 3 verhalten und die, wie aus der Figur zu entnehmen, mit einander verbunden sind. Die Kolben B, B' bewegen sich fortwährend nach einer gemeinschaftlichen Richtung. An der Steuerstange a befinden sich zugleich zwei kleinere Kolben b, b', so wie ein gewöhnlicher D-Schieber c.

Beim Niedergange der Kolben B, B' ist die Steuerstange a aufwärts gezogen und nimmt die Stellung der Figur ein. Der Dampf tritt, vom Kessel kommend, durch die Oeffnung D in den Kanal e und wirkt auf die obere Fläche des kleineren Kolbens B. Der vorher im Zylinder A und jetzt unter dem Kolben B befindliche Dampf strömt durch die Kanäle f, g und h in den großen Zylinder A' und drückt den Kolben B ebenfalls abwärts, während der unter diesem Kolben vorhandene Dampf in den Kanälen k und F nach dem Kondensator entweicht.

Für das gemeinschaftliche Aufsteigen der Kolben B, B' ist vorher die Steuerstange a herabgegangen, dem bei D eintretenden frischen Dampfe ist der Weg nach e durch den Schieber c versperrt, dafür aber der von D nach f geöffnet, so daß der Dampf auf die untere Fläche des Kolbens B wirken kann. Der Dampf über B kann durch die Kanäle e, g und k in den großen Zylinder gehen und den Kolben B' ebenfalls aufwärts bewegen, während der über B' befindliche Dampf, da auch der Steuerkolben b herabgegangen ist, durch h nach E und von hier aus in den Kondensator treten kann.

Man erkennt hieraus, daß der Dampf fortwährend mit seiner vollen Kraft gegen eine der Flächen des kleineren Kolbens wirkt, während eine der Flächen vom größeren Kolben mit dem Kondensator kommunizirt. Die entgegengesetzten Kolbenflächen aber erfahren während derselben Zeit eine in dem Maße veränderliche Dampfpressung, als die Ausdehnung oder Expansion des Dampfes fortschreitet.

Die Woolf'sche Maschine kann eigentlich als eine solche betrachtet werden, bei welcher die Dampfabsperrung und die daraus folgende Ausdehnung in einem weit vollkommeneren Grade Statt findet, als wenn man ebenfalls die Absperrung bei einzylindrigen Maschinen anwendet, oder wo überhaupt der Dampf möglichst vortheilhaft verwendet wird. Wendet man oft genug hiergegen auch ein, daß dieselbe ausgedehnteste Anwendung des expandirten Dampfes ebenfalls bei einzylindrigen Maschinen zu erreichen ist, sobald man nur früh genug absperrt, z. B. schon nach $^1/_{10}$ oder gar wohl schon noch $^1/_{12}$ des Kolbenweges, wie dieß in der That bei mehreren der sogenannten Cornwall'schen Maschinen, zum Wasserheben bestimmt, der Fall ist; so kann doch niemals die Gleichförmigkeit der Bewegung erreicht werden, wie bei der zweizylindrigen Maschine, was vorzüglich dann wichtig ist, wenn man dieselbe zu Arbeiten verwendet, wo drehende Bewegungen unumgänglich erforderlich sind. In der allerjüngsten Zeit scheinen Maschinen nach dem Woolf'schen Prinzipe insbesondere auch in Deutschland immer mehr Eingang zu finden, wie dies in Frankreich und Belgien bereits seit Jahren der Fall ist. Sorgfältige, gute Ausführung erfordern diese Maschinen allerdings mehr, als die einzylindrigen, was von selbst einleuchten wird, wenn man an die Schwierigkeiten denkt, welche sich beim Baue zweier Zylinder finden müssen, deren Kolben mathematisch parallel geführt und entsprechend aufgehangen werden müssen.

Die englischen Mechaniker Aitken und Steel erbauten sogar Maschinen mit drei parallel stehenden Zylindern, die sich alle drei an demselben Balanzier bewegten, allein hierdurch mußten die Schwierigkeiten der Aus-

führung Woolf'scher Maschinen bedeutend erhöht werden, und man wendet deßhalb dieses Prinzip gegenwärtig wenig oder gar nicht mehr an.

Eine Abart der Woolf'schen Maschinen fertigen ferner in neuerer Zeit die holländischen Mechaniker Roentgen, die sich namentlich für Dampfschiffe vortheilhaft zeigen sollen. Bei diesen Maschinen sind die Zylinder von einander getrennt, die Kolbenstangen an verschiedenen Balanziers aufgehangen und die Krummzapfen dabei unter einem Winkel von 90 Grad gegeneinander gestellt.

Neuerdings erbaut der Engländer Simms zweizylindrige Maschinen, die von Woolf's Einrichtung darin verschieden sind, daß die Zylinder übereinander stehen und beide Kolben an Einer Kolbenstange sitzen. Sie weichen ferner noch dadurch ab, daß nicht gleichzeitig frischer Dampf und sich expandirender wirken kann, sondern erst hintereinander, und zwar so, daß der Niedergang des Dampfkolbens jedes Mal durch frischen Dampf, der Aufgang aber durch sich expandirenden bewirkt wird.

260

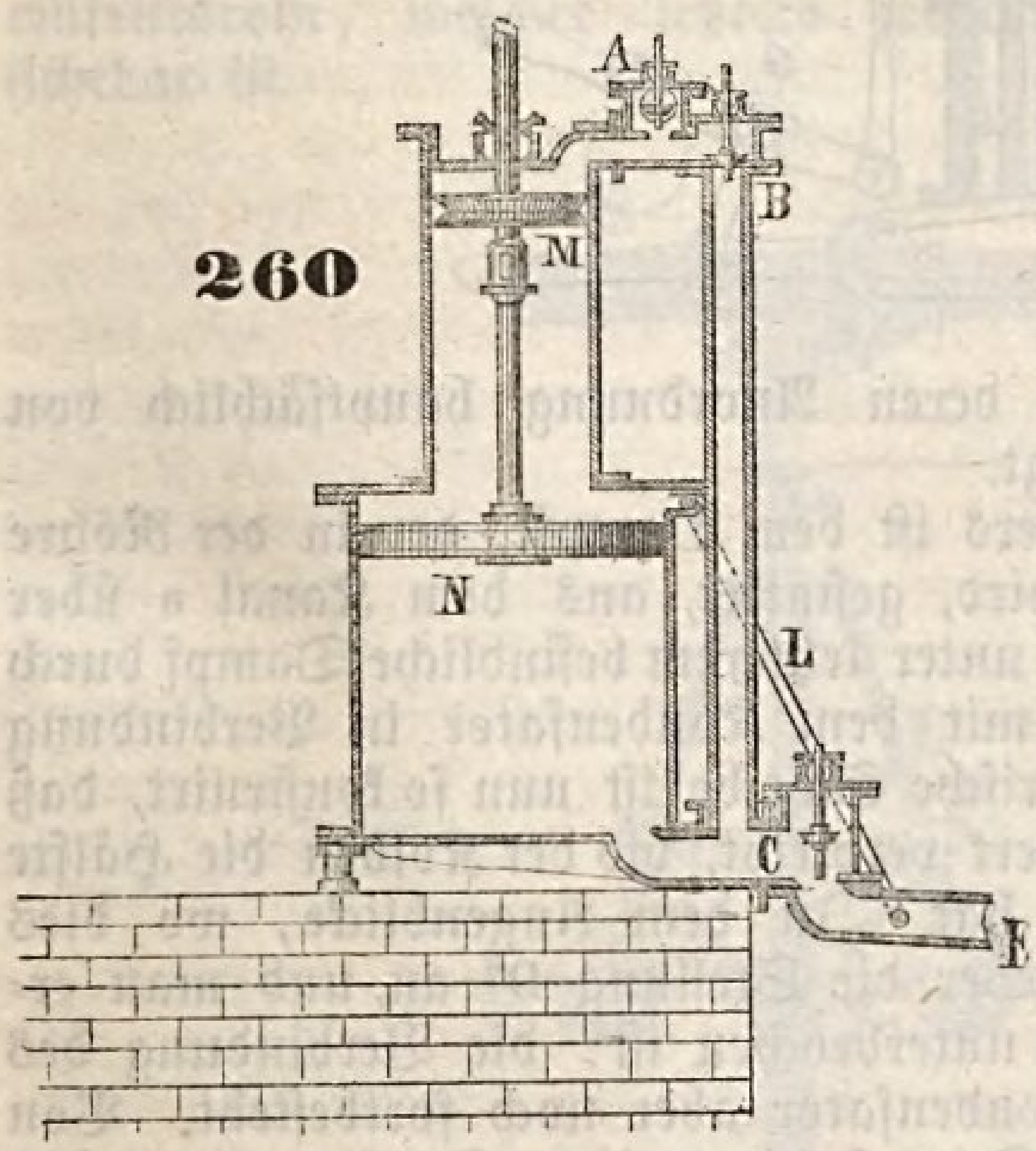


Fig. 260 zeigt eine Simms'sche Maschine im Vertikaldurchschnitte, wobei A die Eintrittsstelle des frischen vom Kessel kommenden Dampfes ist, welcher stets nur gegen den kleinen Kolben M wirkt, und zwar diesen allein niederdrückt, während das Aufwärtssteigen dadurch erfolgt, daß der bereits gegen den kleinen Kolben thätig gewesene Dampf genöthigt wird unter den großen Kolben N zu treten und diesen zum Aufsteigen veranlaßt.

Beim Niedergange beider Kolben sind daher die Ventile bei A und C offen, dagegen B geschlossen. E ist dabei der Weg zum Kondensator. Beim Aufgange sind A und C geschlossen, dagegen B offen. Ein Rohr L verbindet fortwährend den Raum zwischen den beiden Kolben mit dem Kondensator.

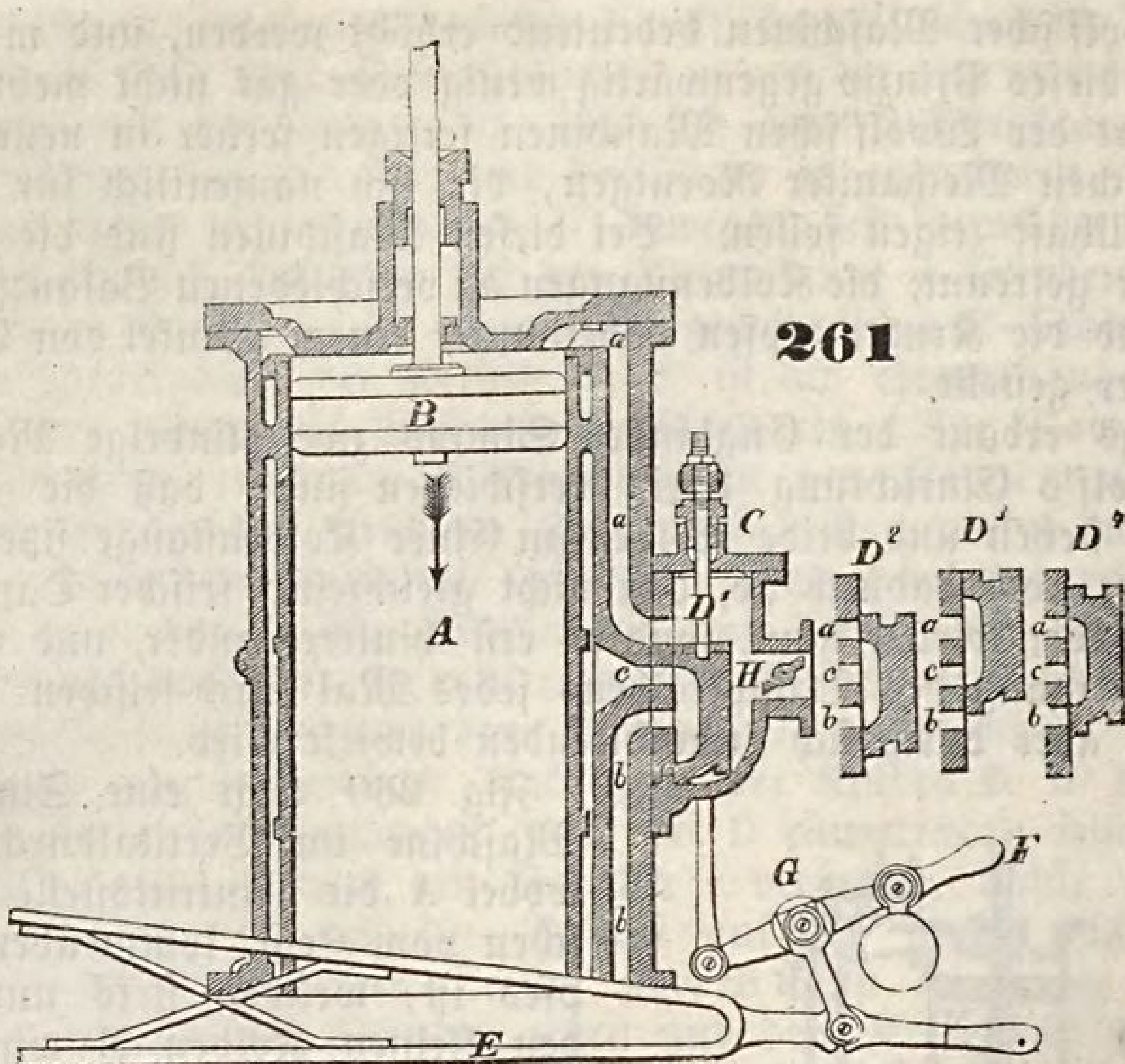
Im Allgemeinen ist daher die Simms-Maschine insofern noch ganz besonders merkwürdig, als sie dem Dampfverbrauche nach eine einfach wirkende, der Arbeit des Dampfes nach eine doppelt wirkende Dampfmaschine zu nennen ist.

Was die einzylindrigen Dampfmaschinen betrifft, welche mit Absperrung oder Expansion wirken, mag Figur 261 zur Kenntnißnahme von einer Art derselben dienen.

Die Maschine ist, wie man nach dem Früheren leicht erkennen wird, eine doppelt wirkende und bedarf als solche wohl keiner besonderen Auseinandersetzung.

Durch eine entsprechende Konstruktion der auf die Krummzapfenwelle gesteckten exzentrischen Scheibe wird der Rahmenschieber E und mit ihr das Hebelwerk F, dessen fester Drehpunkt in G liegt, so gestellt, daß der Dampfschieber D in den verschiedenen Stationen der Kolbenbewegungen die Stellungen D^1, D^2, D^3 und D^4 annimmt.

Bemerkt zu werden verdient hier der Umstand, daß das erwähnte Exzentrik, wenn die Expansion durch einen einzigen Schieber (nicht durch zwei Schieber oder einen Schieber und ein Ventil) bewirkt werden soll, niemals ein einfaches Kreisexzentrik sein kann, vielmehr von einer beson-



261

deren Kurve gebildet werden muß, deren Anordnung hauptsächlich von dem Grade der Absperrung abhängt.

Bei dem Stande D¹ des Schiebers ist dem Dampfe, der in der Röhre H dem Dampfkasten C zugeführt wird, gestattet, aus dem Kanal a über den Kolben zu treten, wogegen der unter letzterem befindliche Dampf durch den Kanal b und die Oeffnung c mit dem Kondensator in Verbindung gesetzt ist. Die vorgenannte exzentrische Scheibe ist nun so konstruirt, daß die Stellung D¹ so lange unverändert verbleibt, bis der Kolben die Hälfte seines Weges abwärts durchlaufen hat. In dem Augenblicke, wo dies geschehen ist, nimmt aber der Schieber die Stellung D² an, und man erkennt, daß der Dampfzufluß völlig unterbrochen ist, die Verbindung des unteren Kolbenraumes mit dem Kondensator aber noch fortbesteht. Von diesem Augenblicke an bewirkt der Dampf die weitere Fortbewegung des Kolbens nur durch die ihm inwohnende ausdehnsame (expansive) Kraft, und man sieht leicht wie auf diese Weise, ähnlich wie bei der Woolf'schen Maschine, der Dampf sehr vortheilhaft verwendet, an solchem und mithin auch an Brennmaterial erspart wird.

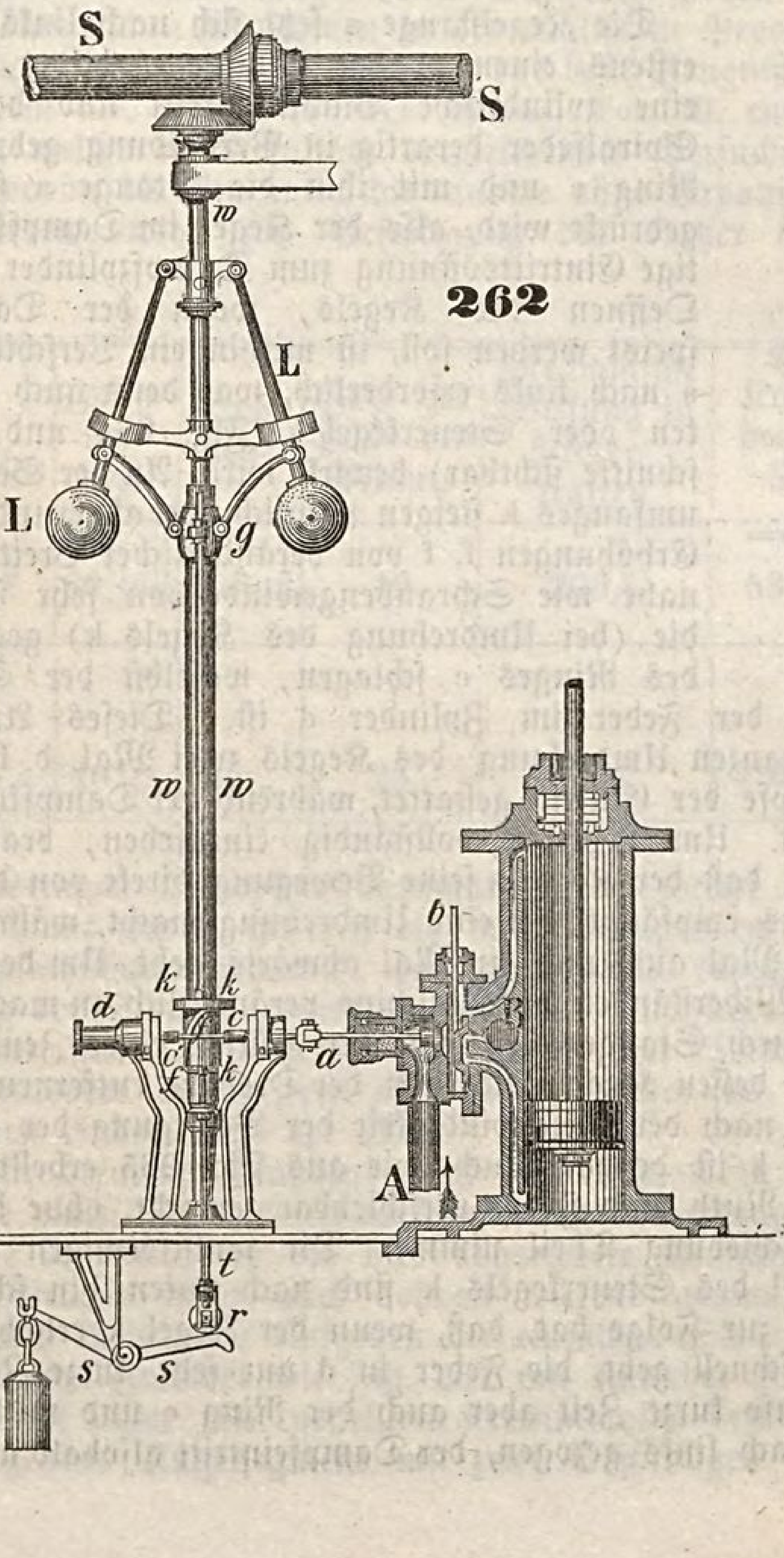
Die Stellung D² behält der Schieber so lange, bis der Kolben beinahe zum Zylinderboden herabgegangen ist, sodann nimmt er aber die D³ an, wobei a mit der Oeffnung c und folglich mit dem Kondensator kommunizirt, der vom Kessel zuströmende Dampf aber durch den Kanal b unter den Kolben treten und diesen in die Höhe treiben kann.

Hat hierauf der Kolben nach aufwärts wieder den halben Weg durchlaufen, so nimmt der Schieber plötzlich die Stellung D⁴ an, wodurch wieder die Dampfeinströmung in den Zylinder aufgehoben ist und der unter dem Kolben befindliche Dampf während der zweiten Weghälfte nur durch seine ausdehnsame Kraft wirken kann. Nach einem Hin- und Hergange wiederholt sich das angegebene Spiel von Neuem.

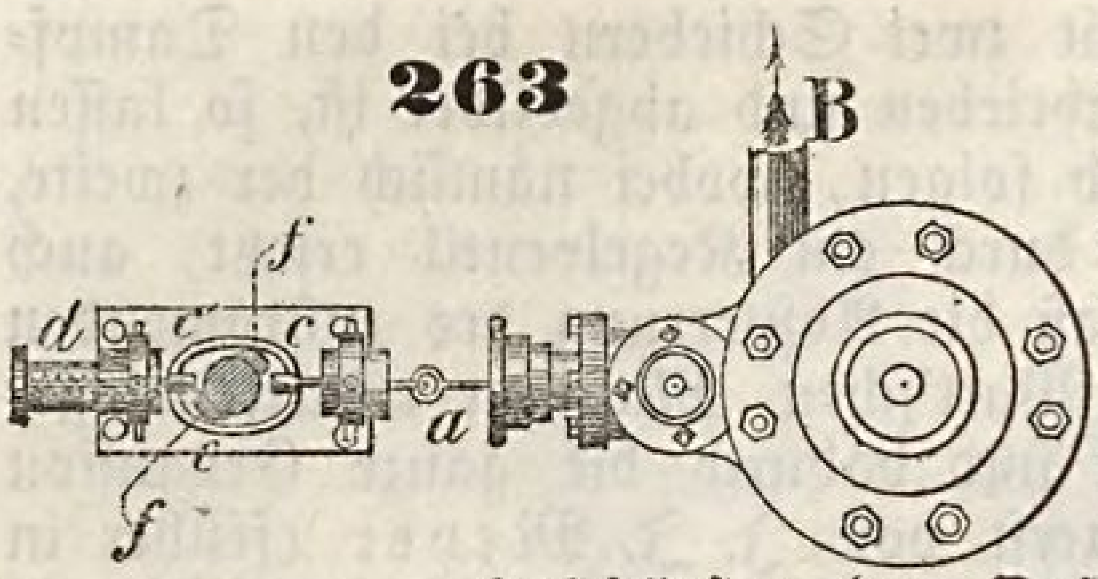
Leicht wird man einsehen, wie man die exzentrische Scheibe so gestalten kann, daß die Absperrung nach jedem beliebigen vom Kolben durchlaufenen Wege eintritt. Für den Konstrukteur ist dies eine Sache von der größten Wichtigkeit, da fast jeder besondere Fall einen anderen Abschluß verlangt, wenn die Maschine die größtmögliche Wirkung äußern soll.

Da eine Expansionsanordnung mit zwei Schiebern bei den Dampfwagen (Artikel Eisenbahnen) beschrieben und abgebildet ist, so lassen wir hier die erwähnte dritte Art noch folgen, wobei nämlich der zweite, oder eigentliche Expansions-Schieber durch ein Kegelventil ersetzt, auch dabei die Einrichtung getroffen ist, daß die Absperrung des zuströmenden Dampfes durch den bereits bei der Watt'schen Maschine erklärten sogenannten Zentrifugalregulator erfolgt und dadurch die ganze Expansion selbstthätig variabel wird. Diese zuerst von J. J. Meyer (früher in Mühlhausen, jetzt in Paris) angegebene Einrichtung dürfte zugleich als die vollkommenste ihrer Art zu betrachten sein. Gegenwärtig wird sie ganz allgemein in Anwendung gebracht, und hat man höchstens statt des von Meyer gebrauchten Kegelventils ein (auch bereits oben beschriebenes und abgebildetes) Doppelsitzventil eingeführt. Die Abbildungen Fig. 262 bis 265 werden hinreichen, diese vortreffliche Expansionseinrichtung kennen zu lernen.

In Fig. 262 erkennt man bei A das Dampfzuführrohr, bei B das Dampfeintrittsrohr, welches letztere jedoch auch in der Grundrißfigur 263 sichtbar ist.



263

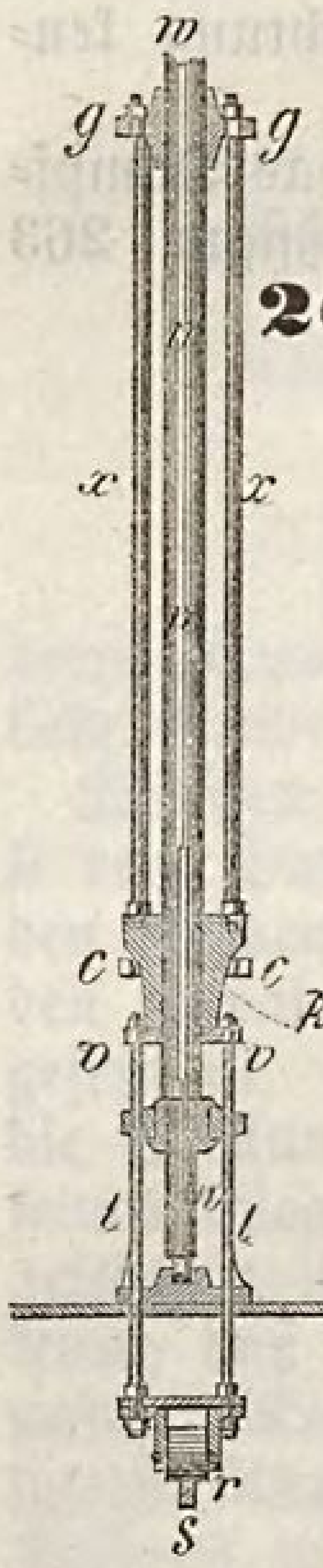


An der Stange b ist der gewöhnliche kurze Dampfschieber, an der Stange a aber der erwähnte Expansionskegel (Dampfkegel) befestigt. In der Fig. 262 gezeichneten Stellung hat der Kegel dem frischen vom Kessel kommenden Dampfe bereits den Eintritt in den Dampfzylinder durch Zuschließen der Oeffnung zum Schieberkasten versperrt, gegen die obere Fläche des Kolbens wirkt also nur in Ausdehnung begriffener (nicht gesättigter) Wasserdampf. Während dieser Zeit ist dem unterm Kolben (vom vorhergehenden Spiele) befindlichen Dampfe der Austritt durch B in die freie Luft ungehindert gestattet. Die Bewegung der Schieberstange b und mit ihr des gewöhnlichen Dampfschiebers erfolgt ganz wie bei Figur 256 durch einfaches Kreiserzentrik von der Schwungradwelle aus. Das Oeffnen und Schließen des Expansionskegels wird folgendermaßen bewirkt:

264



265



Die Kegelstange a setzt sich nach links so fort, daß sie erstens einen ovalen Ring c c′ bildet, sodann aber in eine zylindrische Büchse d tritt und daselbst mit einer Spiralfeder derartig in Verbindung gebracht ist, daß der Ring c und mit ihm die Stange a stets nach rechts gedrückt wird, also der Kegel im Dampfkasten D die dortige Eintrittsöffnung zum Dampfzylinder verschließt. Zum Oeffnen des Kegels, wenn der Dampfzylinder gespeist werden soll, ist mithin ein Verschieben der Stange a nach links erforderlich, was denn auch durch einen zweiten oder Steuerkegel k (Fig. 264 und 265 im Durchschnitte sichtbar) bewirkt wird. An der Seite dieses Kegelumfanges k steigen nämlich zwei abgerundete, wulstförmige Erhöhungen f, f von veränderlicher Breite aufwärts (beinahe wie Schraubengewinde von sehr steiler Steigung) die (bei Umdrehung des Kegels k) gegen die Stelle c′ des Ringes c schlagen, woselbst der Stab in Verbindung mit der Feder im Zylinder d ist. Dieses Anschlagen erfolgt bei jeder ganzen Umdrehung des Kegels zwei Mal, d. h. zwei Mal wird dem Dampfe der Eintritt gestattet, während der Dampfkolben ein Doppelspiel macht. Um Letzteres vollständig einzusehen, braucht nur bemerkt zu werden, daß der Kegel k seine Bewegung direkt von der Schwungradwelle S aus empfängt, die eine Umdrehung macht, während der Dampfkolben ein Mal auf- und ein Mal abwärts geht. Um den Dampfabschluß nach den Widerständen der Maschine veränderlich zu machen, ist der große Kegel k durch Stangen x, x mit der Hülse g eines Zentrifugalpendels L verbunden, dessen Kugeln sich von der Drehaxe entfernen, oder dieser sich nähern, je nach der Geschwindigkeit der Bewegung der ganzen Maschine. Der Kegel k ist deßhalb auch, wie aus Fig. 265 erhellt, auf der Welle w mittelst Nuth und Feder verschiebbar gemacht, ohne daß die Welle an dieser Verschiebung Theil nimmt. Die wulstförmigen Erhöhungen f, f am Mantel des Steuerkegels k sind nach unten hin schmäler als nach oben, was zur Folge hat, daß, wenn der Kegel k erhoben ist, d. h. die Maschine schnell geht, die Feder in d nur sehr kurze Zeit zusammengedrückt, ebenso kurze Zeit aber auch der Ring c und mithim die Doppelstange a nach links gezogen, der Dampfeintritt alsobald unterbrochen wird.

Hat nämlich der Druck der Wülste f gegen den Rahmen c' und die Feder in d aufgehört, so erfolgt eine Bewegung des Rahmens c und der Stange a nach rechts, und der Dampfkegel in D wird wieder geschlossen. Beim langsamen Gange der Maschine wird der Dampfkegel in D länger offen gehalten, weil sodann auch das Pendel L seine Umdrehungen weniger schnell macht, der Steuerkegel k eine tiefere Stellung erhält. — Um die Arbeit des Aufziehens des Steuerkegels k durch das Pendel L zu erleichtern, faßt unter ersteren eine Scheibe v Fig. 265, die mittelst Stäben t, t und eines Gegengewichtes Q am Hebel s nach oben gedrückt wird. r ist eine Friktionsrolle, deren Zweck von selbst einleuchten dürfte.

Obwohl die Anwendung der Expansion bei einzylindrigen Maschinen besonders hohe und weite Dampfzylinder, große Kessel und starke Schwungräder nöthig macht, so ist dieselbe doch unbestreitbar überall da zu benutzen, wo man das Brennmaterial, namentlich die Steinkohlen, nicht so wohlfeil wie in England hat, was fast überall auf dem Kontinente der Fall ist.

Besonders vortheilhaft macht sich die Absperrung oder Expansionswirkung des Dampfes bei einfach wirkenden Wattschen Maschinen oder überhaupt bei solchen, die zum Wasser- oder Salzsoole-Heben bestimmt sind, wovon die sämmtlichen Maschinen in der englischen Provinz Cornwall (Maschinen nach dem cornischen Prinzipe) das beste Zeugniß abgeben.

Folgende aus dem Civ. Eng. and Arch. Journal Vol. III. entnommene Zusammenstellung, welche die Resultate vergleichender Versuche, die mit zwei Maschinen, wovon die eine mit, die andere ohne Expansion wirkt, vorgenommen wurden, wird zur Bestätigung des vorher Bemerkten beitragen.

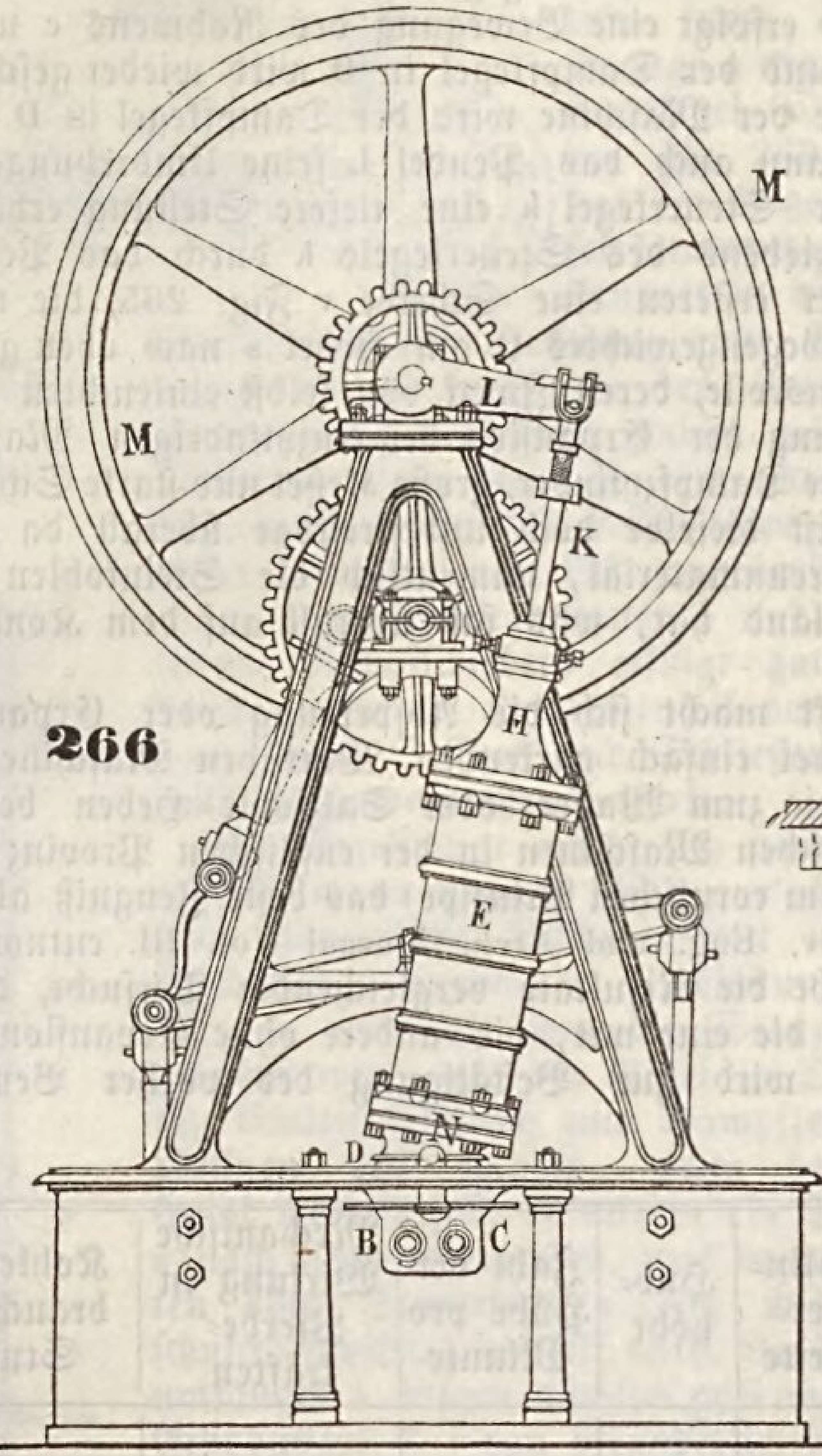
	Zylinderweite	Hubhöhe	Zahl der Hübe pro Minute	Mechanische Wirkung in Pferdekräften	Kohlenverbrauch per Stunde
Expansionsmaschine mit Absperrung nach ⅖ des Kolbenweges	80 Zoll	10 Fuß	10	206,5	533,4 Pfd.
Niederdruckmaschine ohne Expansion	40 „	4 „	25	194	1038,8 „

Zu den sehr wenigen Dampfmaschinengattungen, welche zu Zeiten Watt's ganz unbekannt waren, gehören die mit schwingendem Zylinder, oscillirende Dampfmaschinen genannt, wobei gewöhnlich Raumersparniß und Vereinfachung der Steuerungsmechanismen auf sonst kaum mögliche Weise herbeigeführt sind. Die Axe, um welche der Dampfzylinder schwingt, liegt entweder am unteren oder oberen Ende des Zylinders oder zwischen beiden Enden nahe der Mitte.

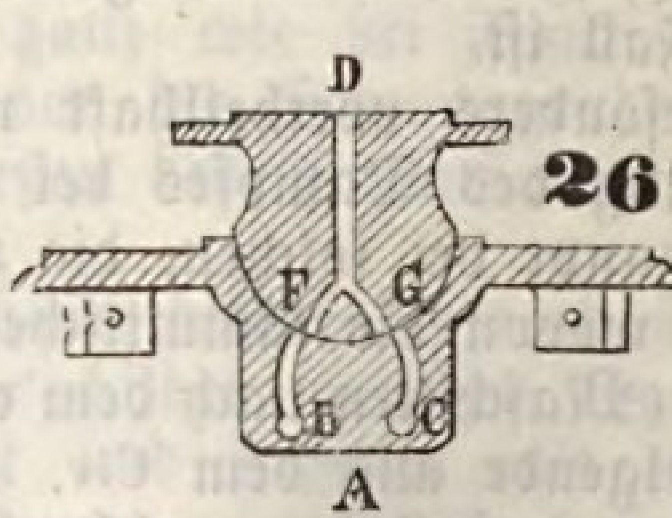
Die allereinfachste derartige Maschine zeigt Fig. 266, wozu noch Fig. 267 gehört, welche einen Durchschnitt der Steuerungseinrichtung darstellt. Im Voraus werde bemerkt, daß die hier abgebildete Maschine einfach wirkend ist, dieß Prinzip indeß auch doppelt wirkend gemacht werden kann, entweder durch theilweises Aufgeben der einfachen Steuerung oder indirekt, daß man zwei Zylinder wie Fig. 267 mit einander an derselben Schwungradwelle mit unter 180° gestellten Krummzapfen verbindet.

A ist ein festliegendes Kugelsegment mit zwei Oeffnungen B und C,

266



267



die eine zum Ein-, die andere zum Austritte des Dampfes. D ist ein zweites Kugelsegment, welches einerseits den Boden des Dampfzylinders bildet, andererseits aber genau in das festliegende Segment hineinpaßt, jedoch so, daß es darin zu bewegen ist. In diesem Boden befinden sich wieder zwei Oeffnungen, F und G, für den Ein- nnd Austritt des Dampfes. Der Dampfzylinder E hat einen Aufsatz H, der zur Leitung der Kolbenstange K dient, oder es ist H gleichsam eine verlängerte Stopfbüchse. Der Krummzapfen L nimmt die Kolbenstange unmittelbar auf, und auf der Welle des Ersteren sitzt sowohl ein Schwungrad M als ein Zahnrad, welches Letztere zur Fortpflanzung der Bewegung dient.

Um das Abheben des Dampfzylinders zu verhindern und eine regelmäßige Bewegung zu befördern, hat man noch eine schwache Drehachse N angebracht.

Beim senkrechten Stande des Zylinders liegen die Oeffnungen F und G des oberen Segmentes zwischen den unteren Oeffnungen B und C, bei der größten Neigung nach rechts kommt hingegen G über B und bei der größten Neigung nach links F über C. In vertikalem Stande strömt also weder Dampf in den noch aus dem Zylinder E, bei der einen Neigung aber, also beim Aufsteigen des Kolbens wird Dampf einströmen, während er bei der anderen Neigung des Zylinders im Niedergange des Kolbens ausfließt.

Der Raum, den eine solche Maschine wie die beschriebene bei einer Kraft von 6 Pferden einnimmt, beträgt nur etwa 3 Fuß im Quadrat Grundfläche bei 6 Fuß Höhe. Außerdem zeichnet sie sich noch durch Billigkeit der Herstellung, so wie durch Dauerhaftigkeit außerordentlich aus.

Was die bereits früher erwähnten rotirenden Dampfmaschinen betrifft, bei welchen der Dampf direkt zur Erzeugung einer drehenden Bewegung verwandt wird, so existiren seit Watt bis auf die neueste Zeit eine Menge Ideen, wohl hin und wieder auch Ausführungen solcher Maschinen. Allein keine derselben war von der Art, daß sie das System der geradlinigen Kolbenbewegung hätte ersetzen können.

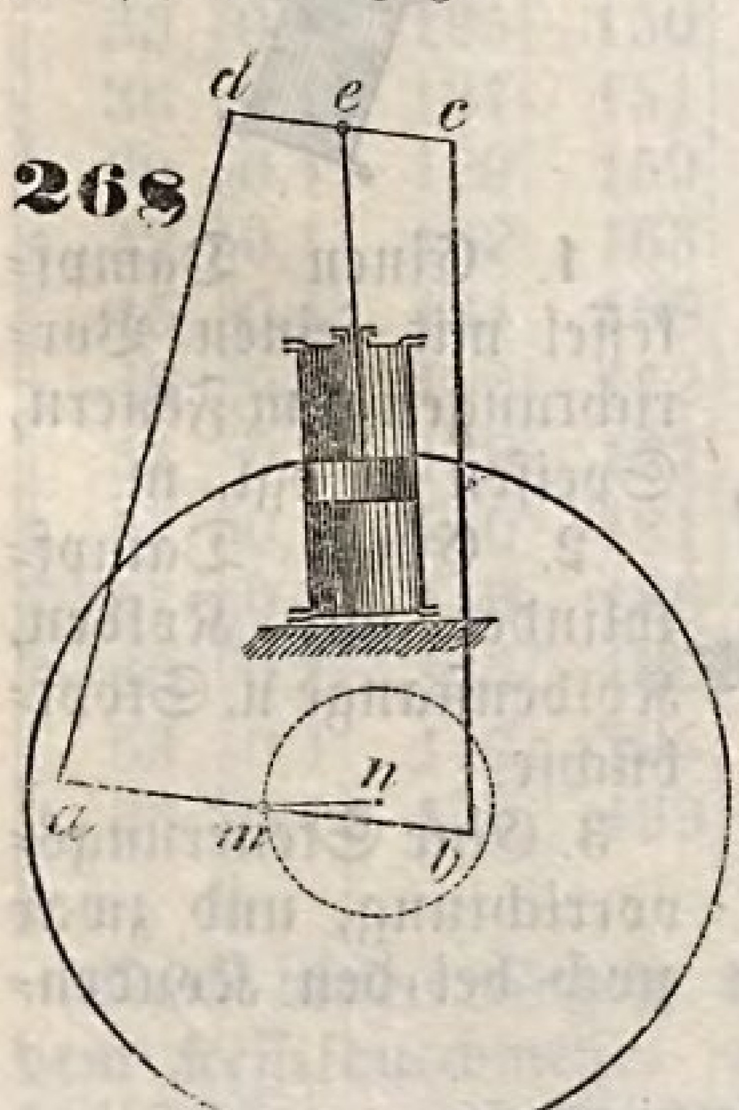
Um eine möglichst vollständige Uebersicht der Dampfmaschinen der Gegenwart zu bieten, werde zuerst nochmals aufmerksam gemacht, daß hinsichtlich der äußeren Konstruktionsverhältnisse zwei Hauptgattungen, nämlich Dampfmaschinen mit Balanzier und Dampfmaschinen ohne Balanzier unterschieden wurden, die sich auch bis zur Gegenwart bestimmt neben einander erhalten haben und gewiß fernerhin auch erhalten werden. In vielen Fällen ist man mit Verwerfung des Balanziers auch gewiß zu weit gegangen, da insbesondere, wenn kondensirt wird, Luft-, Kalt- und Warmwasserpumpen auf keine Weise so vortheilhaft und stabil aufgehangen und bewegt werden können, als mit Hülfe eines Hauptbalanziers für die ganze Maschine und ihre Haupttheile.

Was die zweite Gattung, nämlich die Maschinen ohne Balanzier anlangt, so dürfte eine Uebersicht der hauptsächlich heute vorkommenden Arten dadurch erlangt werden, daß man nachstehende Abtheilungen und Unterabtheilungen formirt.

1. Maschinen mit feststehendem Dampfzylinder,
   a) Kurbelaxe unter dem Zylinderboden,
   b) " über " "
   c) " links oder rechts in der Ebene der Kolbenstange.
2. Maschinen mit schwingendem Zylinder.
   α) Schwingungsaxe am unteren Ende des Zylinders.
   β) " " oberen " " "
   γ) " zwischen beiden Enden des Zylinders.
3. Maschinen mit schwingender Kolbenstange und unbeweglichem Dampfzylinder.

Die Maschinen unter 1 a werden repräsentirt durch (Maudslay's Maschine) Figur 254 und durch die hier folgende Abbildung Fig. 268 (Egells in Berlin, Herrmann in Paris). Es unterscheidet sich letztere von ersterer durch noch größere Einfachheit, indem nur Eine Kurbel erforderlich ist und überdieß zu beiden Seiten der Vertikalen durch die Dampfzylindermitte so ziemlich gleiche Lenkstangenmassen vertheilt sind, der unverschiebbare Rahmen a, b, c, d schwingt um das Kolbenstangenende e, während die Mitte von a, b mit der Warze m des Krummzapfens m n in entsprechender Verbindung steht.

268



Die Klasse 1 b wird vertreten durch die Maschine Fig. 256 (Bourdin, Farcot &c.), Fig. 262 (Meyer) und durch Fig. 269 (Pawels, Waltjen). Letztere Gattung hat überdieß die zweckmäßige Einrichtung, daß die Schwungradwelle nicht hoch über dem Zylinder liegt, ohne

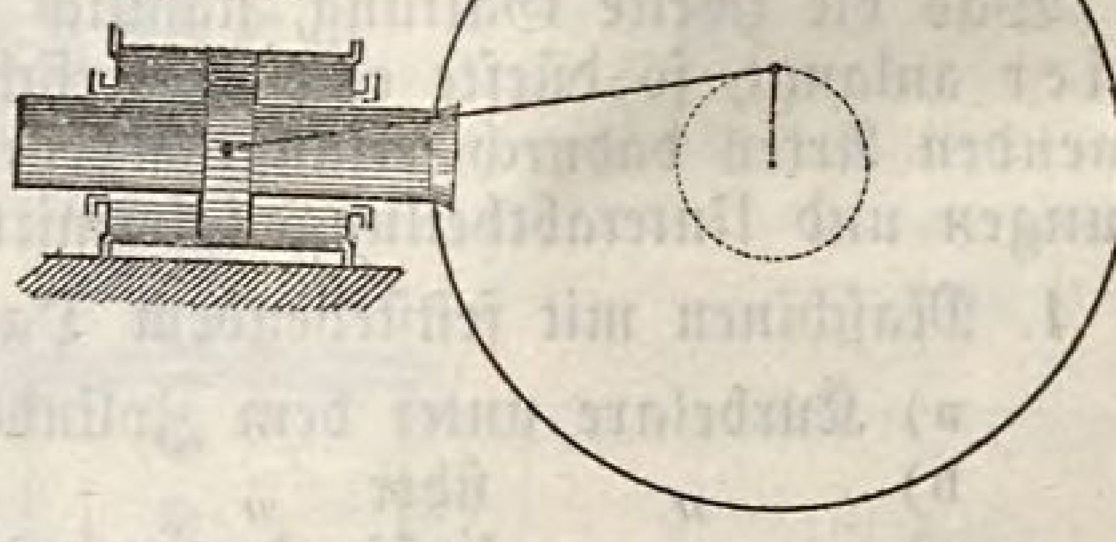
dabei eine zu kurze Lenkstange zu bekommen. Der Rahmen a, b, c, d bildet mit der Kolbenstange k ein unveränderliches Ganzes, während die einfache Lenkstange l um die Mitte von d, c schwingt. Die Kurbelare besteht hier aus zwei Theilen, daher auch zwei Kurbeln (die den Bügel a b zwischen sich durchlassen) von gleicher Richtung, deren Warze m zugleich die Kuppelung der getrennten Wellltheile bildet.

Die Klasse 1, c wird durch die Maschine mit unbeweglichen horizontalliegenden oder geneigten Dampfzylindern dargestellt, wie ohne Weiteres aus Fig. 270 erhellt.

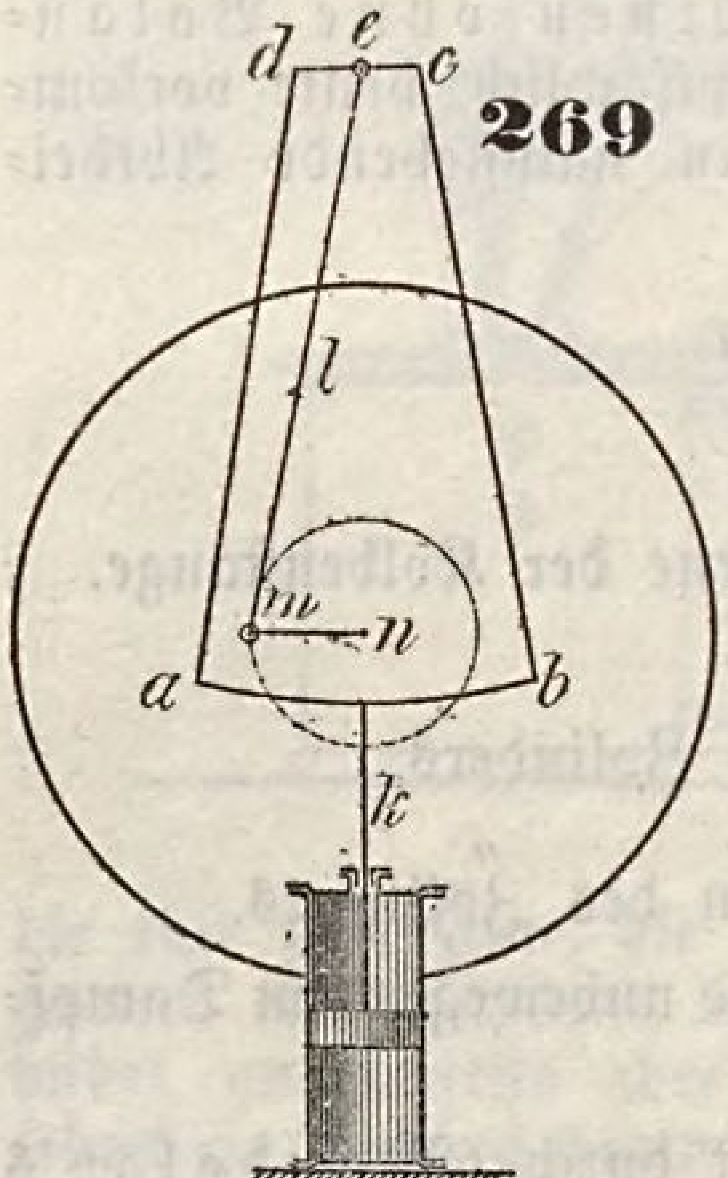
Die Klasse 2 α zeigt Fig. 266 (Faivre, Farcot, Dérosne und Cail), die 2 β Fig. 271, welche Art besonders von Alban höchst zweckmäßig dadurch abgeändert worden ist, daß er die Schwingungsare nicht zu Dampfkanälen benutzt. Die Klasse 2 γ wird durch Fig. 272 dargestellt (Egells und Borsig in Berlin, Cavé in Paris, Penn in Greenwich), und endlich die Klasse 3 durch die sogenannten Trunk Engines (Parkyn, Harvey, Penn, Lemaitre rc.) Fig. 273.

Aus allem Bisherigen ist jetzt zu entnehmen, daß die Dampfmaschine überhaupt erfordert:

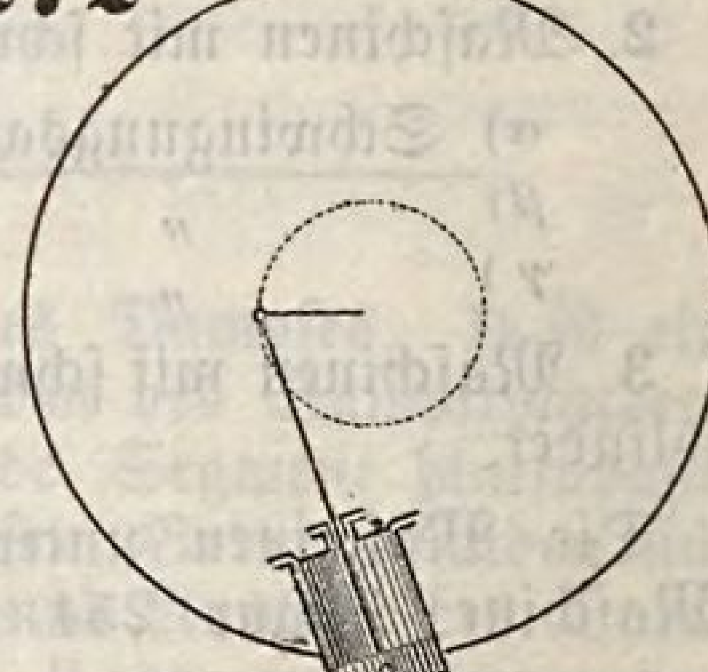
273



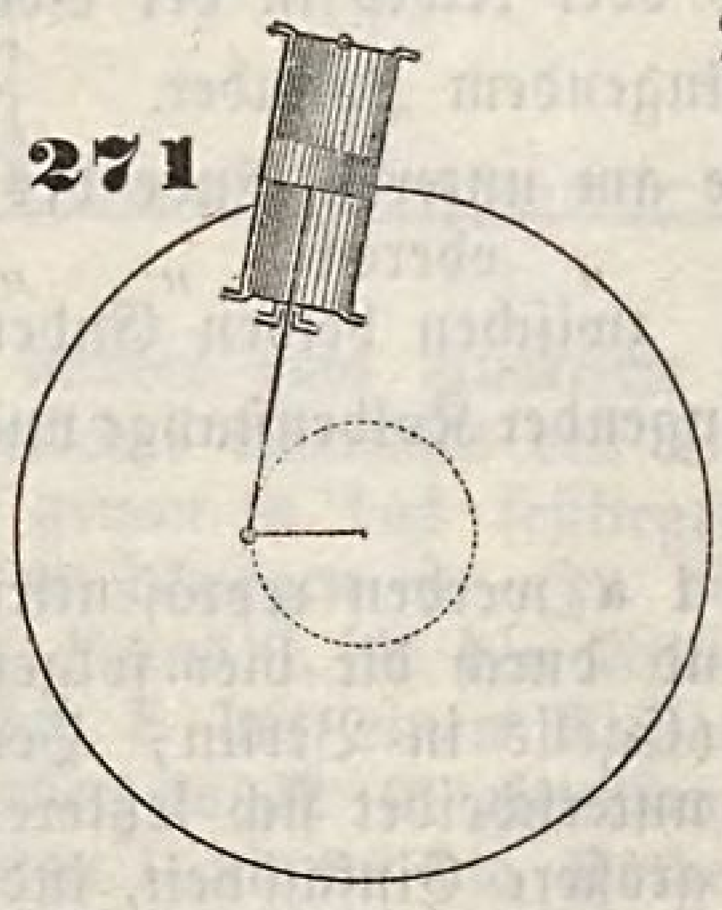
269



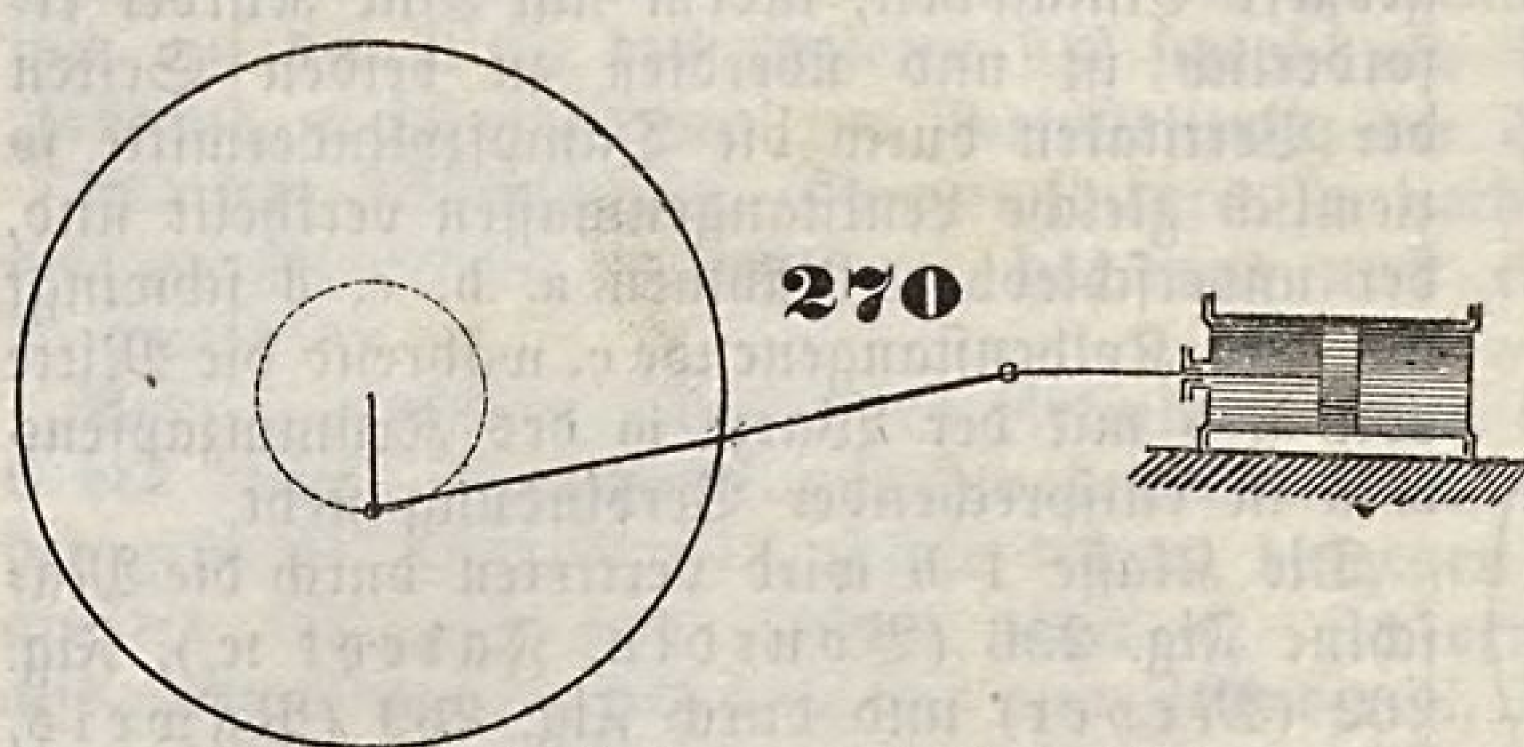
272



271



270



1. Einen Dampfkessel mit seinen Vorrichtungen zum Feuern, Speisen u. dgl. m.

2. Einen Dampfzylinder mit Kolben, Kolbenstange u. Stopfbüchse.

3. Eine Steuerungsvorrichtung, und zwar einen innern und äußeren Theil derselben, wozu noch bei den Kondensationsmaschinen kommt:

4. Ein Kondensator mit Luft- und Warmwasserpumpe.

In dem Folgenden soll nun von einigen dieser Theile noch das bemerkt werden, was in dem Vorhergehenden entweder gar nicht oder doch nicht so angeführt wurde, wie es eine übersichtliche Kenntniß der Dampfmaschine erfordert.

Mit dem Dampfkessel werde der Anfang gemacht.

Von einem guten Dampfkessel fordert man, daß er eine gewisse Menge Dampf von bestimmter Temperatur in einer gegebenen Zeit mit dem kleinsten Brennmaterial-Aufwande bei völliger Sicherheit erzeuge; man hat ihm also diejenige Gestalt und Verhältnisse zu geben, welche diesem Zwecke so viel wie möglich entsprechen.

Die Wanddicke der Kessel ist nur so groß zu machen, als es die vollkommene Sicherheit vor dem Zerspringen erfordert, weil die Dicke die Mittheilung der Wärme von außen nach innen erschwert.

In den meisten Ländern sind für die Wanddicke der Kessel bestimmte Regeln oder zur Berechnung derselben gewisse Formeln vorgeschrieben.

So enthält nachstehende Tabelle diese Dimensionen, welche bei der Konstruktion von Dampfkesseln aus Eisenblech im preußischen Staate durch ein Gesetz vom Jahre 1838 vorgeschrieben sind.

Durchmesser der Dampfkessel oder Siedröhren	Wandstärken für nachstehende Atmosphären-Pressungen über den äußeren Luftdruck										
	0	½	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5
Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll
1	0,1	0,101	0,102	0,102	0,103	0,104	0,105	0,105	0,106	0,107	0,108
2	0,1	102	103	105	106	108	109	111	112	114	115
3	0,1	102	105	107	109	111	114	116	118	120	123
4	0,1	103	106	109	112	115	118	121	124	127	130
6	0,1	105	109	114	118	123	127	132	137	141	146
9	0,1	107	114	121	127	134	141	148	155	161	168
12	0,1	109	118	128	136	146	154	164	173	182	191
15	0,1	111	123	135	145	157	168	180	192	202	214
18	0,1	114	127	141	154	168	181	195	210	222	237
21	0,1	116	132	148	163	180	194	211	228	243	260
24	0,1	118	136	155	172	191	208	227	246	263	282
27	0,1	120	141	162	181	203	222	243	265	284	305
30	0,1	123	145	169	190	214	235	259	283	304	328
33	0,1	125	150	176	199	225	249	275	301	324	351
36	0,1	127	151	183	208	237	262	291	320	345	374
39	0,1	129	159	190	217	248	276	307	338	365	396
42	0,1	132	163	197	226	260	289	323	356	386	419
45	0,1	134	168	204	235	271	303	339	375	406	442
48	0,1	136	172	210	244	282	316	354	393	426	465
51	0,1	138	177	217	253	294	330	370	411	447	488
54	0,1	140	181	224	262	305	343	386	429	467	510
57	0,1	143	186	231	271	317	357	402	448	488	533
60	0,1	145	190	238	280	328	370	418	466	508	556
63	0,1	147	195	245	289	339	384	434	484	528	579
66	0,1	150	199	252	298	351	397	450	503	549	602

Nach diesen Regeln muß die Wanddicke mit der Dampfspannung und dem Kesseldurchmesser wachsen; woraus zugleich folgt, daß es in vielen Fällen vortheilhafter sein wird, statt eines sehr großen Kessels lieber

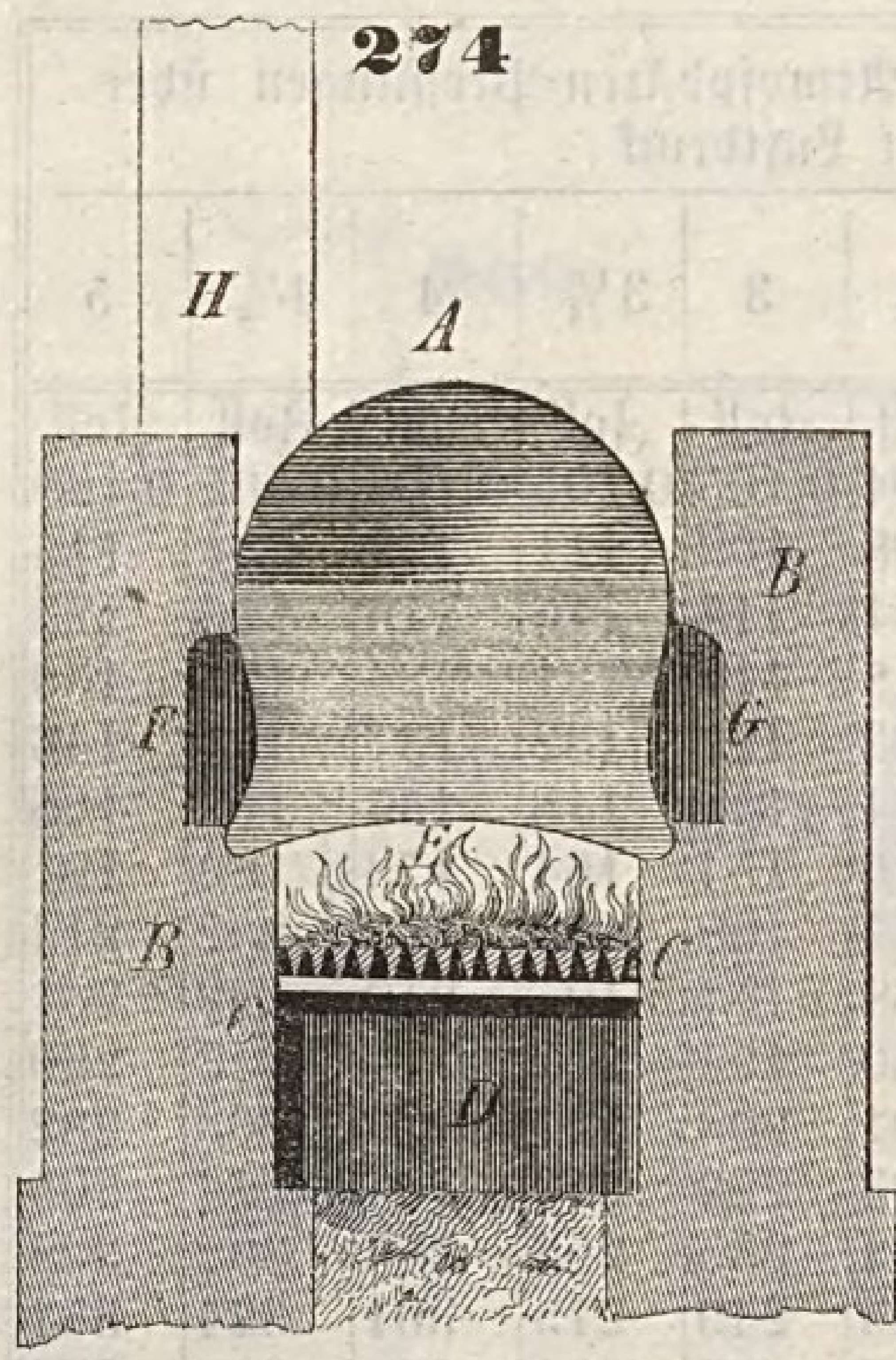
zwei oder mehrere kleinere in Anwendung zu bringen, dabei immer noch von den Vortheilen abgesehen, welche man in letzterem Falle natürlich haben wird, wenn einer oder der andere Kessel Reparaturen unterworfen werden muß.

Das gewöhnliche Material zu den Kesseln ist gegenwärtig Eisenblech; kupferne Kessel findet man seltener, da sie ungewöhnlich mehr kosten und vom ersteren Material vollkommen ersetzt werden. Kessel aus Gußeisen wendet man gar nicht mehr an: einerseits wegen ihrer nöthigen größeren Wandstärke, andererseits weil sie bei eintretenden Explosionen bombenähnlich zerplatzen, während Blechkessel in der Regel nur Risse bekommen.

Was die Form der Dampfkessel betrifft, so ist offenbar diejenige die zweckmäßigste, welche die Haltbarkeit, schnelle und gleichförmige Verdampfung zugleich begünstigt.

Die älteste Form der Kessel ist die, nach welcher Watt seine Kessel konstruirte und welche man gewöhnlich, wegen der Form ihres Querschnittes, Wagen- oder Kofferkessel nennt.

Einen solchen Kessel nebst dem dazu gehörigen Ofen zeigt 274 im Profildurchschnitte.



274

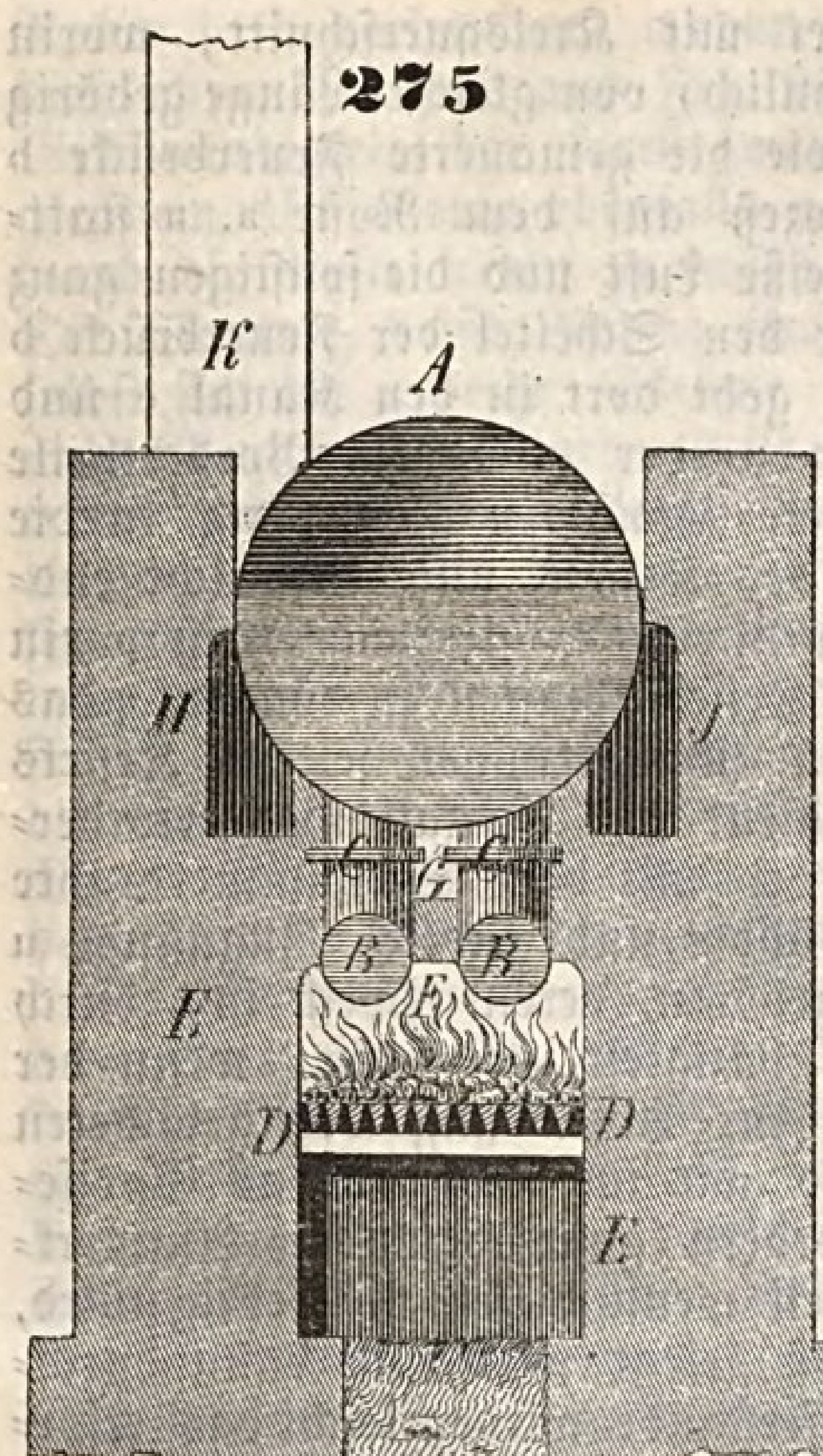
A ist der in dem Ofen B eingemauerte Kessel, C der Rost, D der Aschenfall, E, G und F sind Feuerzüge und H die Esse.

Die von Feuer erhitzte Luft tritt vom Roste aus in den Kanal E und geht nebst der sich lang ziehenden Feuerflamme von vorn unter den Boden des Kessels nach hinten. Am Ende des Kessels geht sie durch einen gemauerten Kanal, tritt in die Zugröhre F und wird von dieser aus vorn um den Kopf des Kessels herum in das zweite zu F parallele Zugrohr G geleitet, von wo aus sie in die Esse H entweicht.

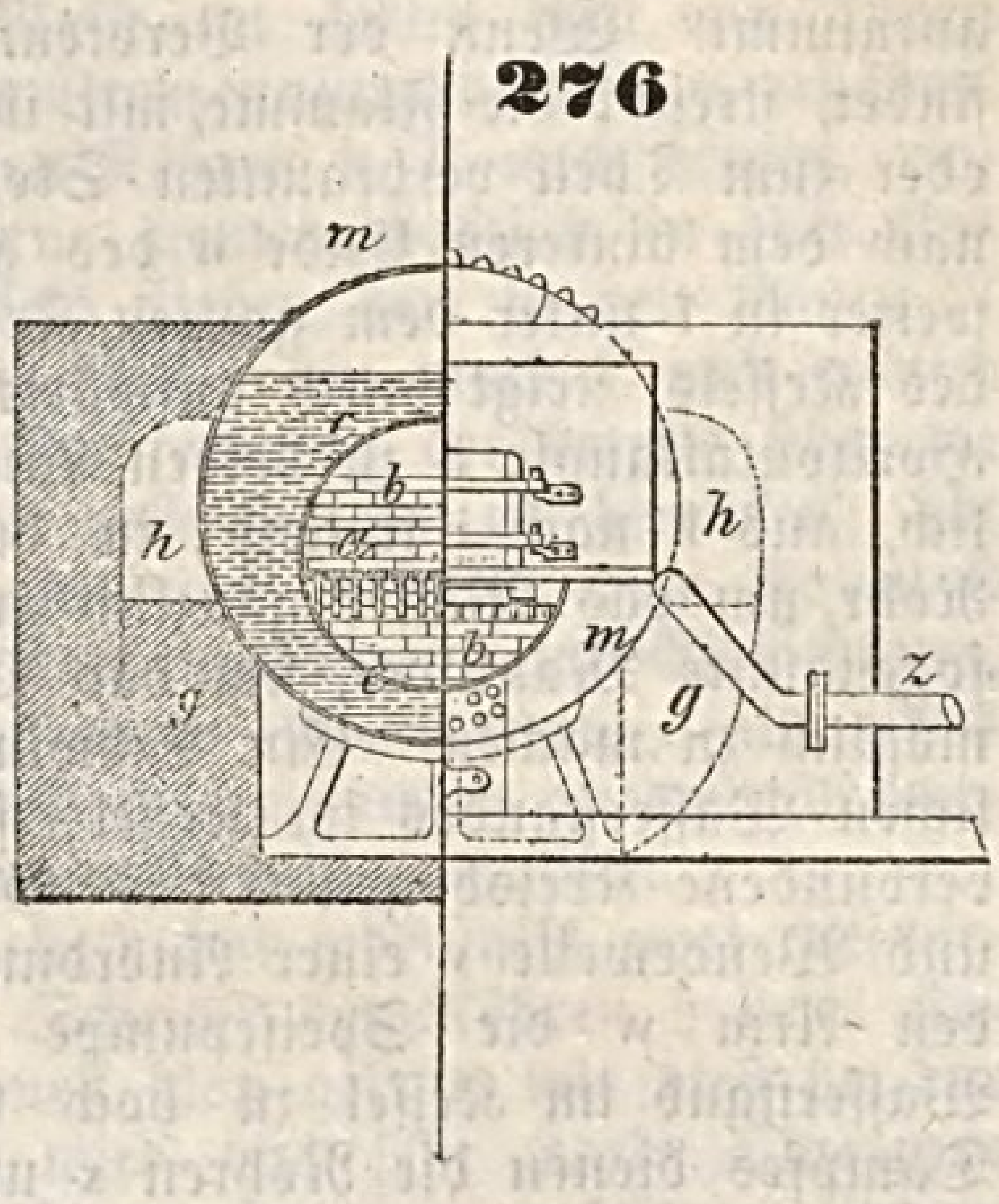
Die zweite gegenwärtig fast überall angewandte Kesselform ist die zylindrische mit kreisförmigem Querschnitt und ebenen oder gebogenen Endflächen. Fig. 283 zeigt einen solchen Kessel nebst einem Theile des dazu gehörigen Ofens im Längendurchschnitte. Da wir auf diesen Kessel in dem Folgenden wieder zurückkommen, so mag jetzt die nähere Angabe aller seiner Theile und Einrichtungen übergangen werden. Erwähnt werde jedoch, daß man sowohl Koffer- als Zylinderkessel sehr oft mit besonderen durch die ganze Kessellänge gehenden Feuerröhren (Rauchröhren) versieht, die überall vom Wasser umgeben sind, und zur Vergrößerung der verdampfenden Feuerfläche wesentlich beitragen. Es sind jedoch diese Kessel nicht mit den weiter unten beschriebenen Fig. 276 und Fig. 277 zu verwechseln, wo der Feuerrost innerhalb des Kessels im Feuerrohre liegt.

Fig. 275 gibt den Profil-Durchschnitt eines Zylinderkessels mit sogenannten Sieteröhren. A ist ein Kessel wie Fig. 283; B, B sind zwei, sehr oft auch drei, unter demselben parallel nach der ganzen Länge fortlaufende Röhren mit kreisförmigem Querschnitt, deren hohler Raum mit dem Kessel durch sechs oder mehr Vertikalröhren C, C, wovon sich auf jeder Seite in gleichen Entfernungen drei befinden, in Kommunikation

275



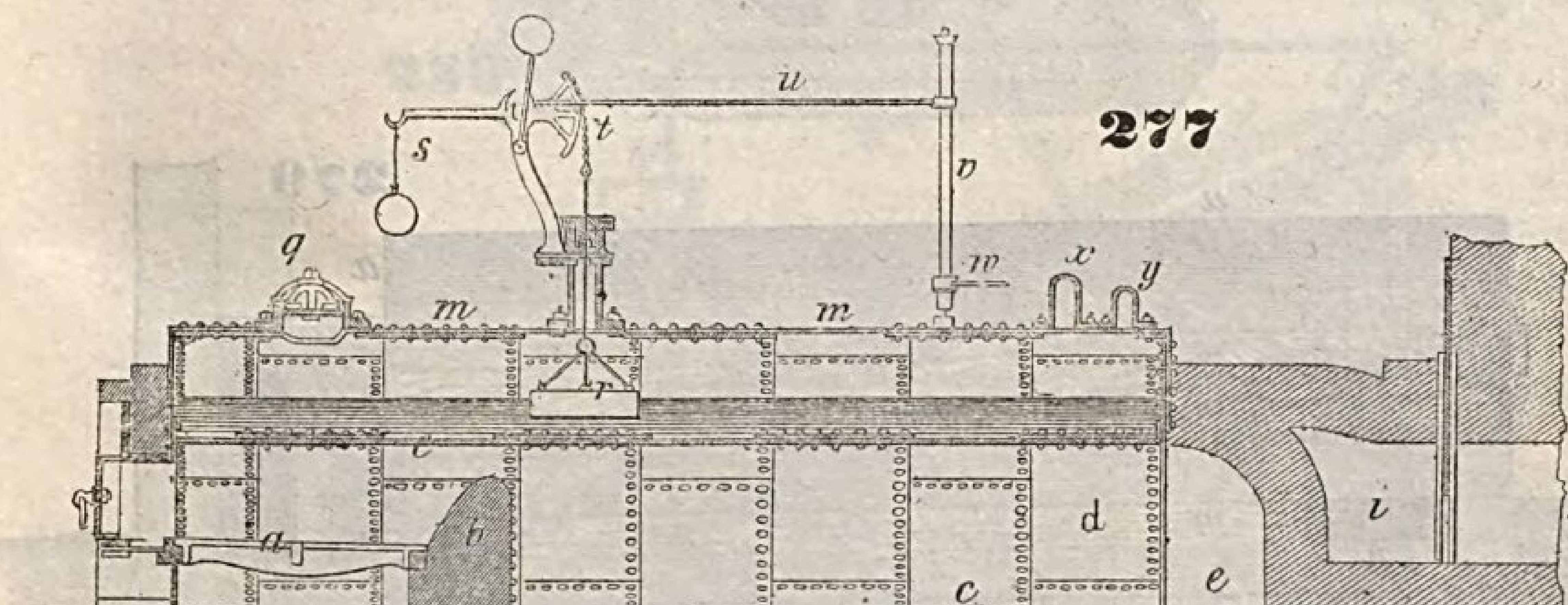
276



steht. D ist der Feuerrost, E, E der Ofen, F, G, H und J sind Feuer- und Heizkanäle, wobei G von F durch eine horizontal mit den Röhren B fortlaufende Scheidewand getrennt ist, die Züge H und J aber am hinteren Ende unter sich und mit der Esse K in Verbindung sind. Die Flamme und die von ihr erhitzte Luft gehen vom Roste aus durch F nach dem hinteren Kesselende, treten daselbst in den Kanal G und bestreichen so nach vorn wieder zurückkehrend, einen Theil der unteren Fläche vom Kessel. Am vorderen Ende von G strömt die heiße Luft in die Züge H und J zugleich ein, erhitzt die Seitenwände des Kessels und entweicht von hier aus endlich in den Schornstein K.

Wegen ihrer verhältnißmäßig großen Dampfproduktion besonders gerühmte Kessel sind die sogenannten Cornwallkessel mit inwendiger Feuerung: Fig. 276 zur Hälfte die Vorderansicht und zur Hälfte den Querdurchschnitt darstellend, so wie Fig. 277, welche den Längendurchschnitt angibt.

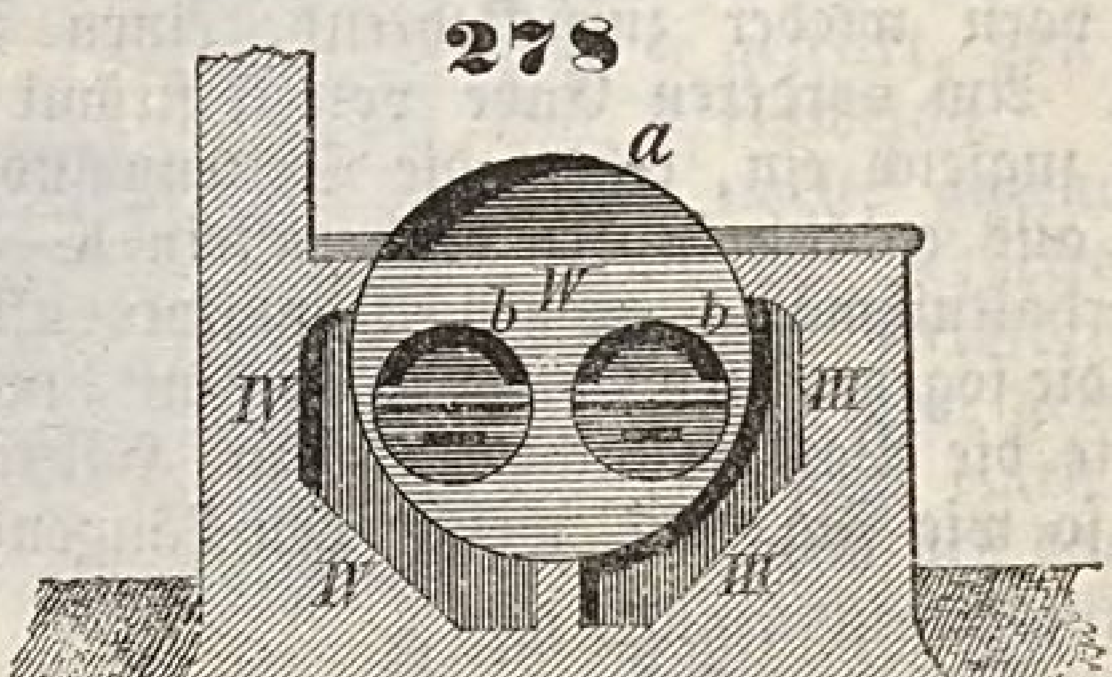
277



Der Kesselkörper m bildet einen Zylinder mit Kreisquerschnitt, worin exzentrisch ein zweiten Zylinder c (gewöhnlich) von gleicher Länge gehörig befestigt ist, welcher die Roststäbe a, so wie die gemauerte Feuerbrücke b aufnimmt. Wenn der Verbrennungsprozeß auf dem Roste a, a stattfindet, streicht die Flamme, mit ihr die heiße Luft und die sonstigen ganz oder zum Theil verbrannten Stoffe, über den Scheitel der Feuerbrücke b nach dem hinteren Ende d des Kessels, geht dort in den Kanal e und weiter in f unter dem ganzen Kesselboden wieder nach dem Vordertheile des Kessels, steigt durch aufwärts gerichtete Kanäle g gleichzeitig in die Horizontalkanäle h zu beiden Langseiten des Kessels und entweicht endlich, aus h nach i tretend, in den Schornstein k. Uebrigens ist p ein Rohr, um das Wasser gänzlich aus dem Kessel ablassen zu können, q das sogenannte Mannloch, um das Einsteigen zum Reinigen ꝛc. des Kessels möglich zu machen. Ein Schwimmer r dient zur Angabe des erforderlichen Wasserstandes im Kessel, so wie der mit dem Schwimmerdrahte verbundene Kreisbogen t, das Gegengewicht s und endlich Zugstange u und Wendewelle v einer Anordnung angehören, deren Zweck ist, durch den Arm w die Speisepumpe außer Thätigkeit zu setzen, wenn der Wasserstand im Kessel zu hoch wird. Zur Abführung des gebildeten Dampfes dienen die Röhren x und y, so wie im Rohre z das Speisewasser zugeführt wird. Diese Kessel erfordern ganz besondere Aufmerksamkeit hinsichtlich des Wasserstandes, weil wenn dieser zu niedrig wird, der Scheitel des Rohres c sehr leicht bloß gelegt wird und dann durchbrennt; dagegen fehlt bei zu hohem Wasserstande wieder leicht das erforderliche Dampfquantum.

Ein Mal um diesem Uebelstande abzuhelfen, sodann aber auch um das sehr starke Qualmen beim Aufgeben frischer Kohlen auf den Feuerrost des Kessels zu verhindern (zu vermindern), überhaupt aber um Dampfkessel mit Rauchverbrennapparat (?) zu erhalten, hat Fairbairn in Manchester neuerdings nachbeschriebenen und in Fig. 278 und 279 abgebildeten Kessel mehrfach in Anwendung gebracht.

278



279



Statt des einen Rohres, worin der Feuerherd, wie bei dem vorher beschriebenen Cornwallkessel, sind hier zwei im Hauptkessel a liegende

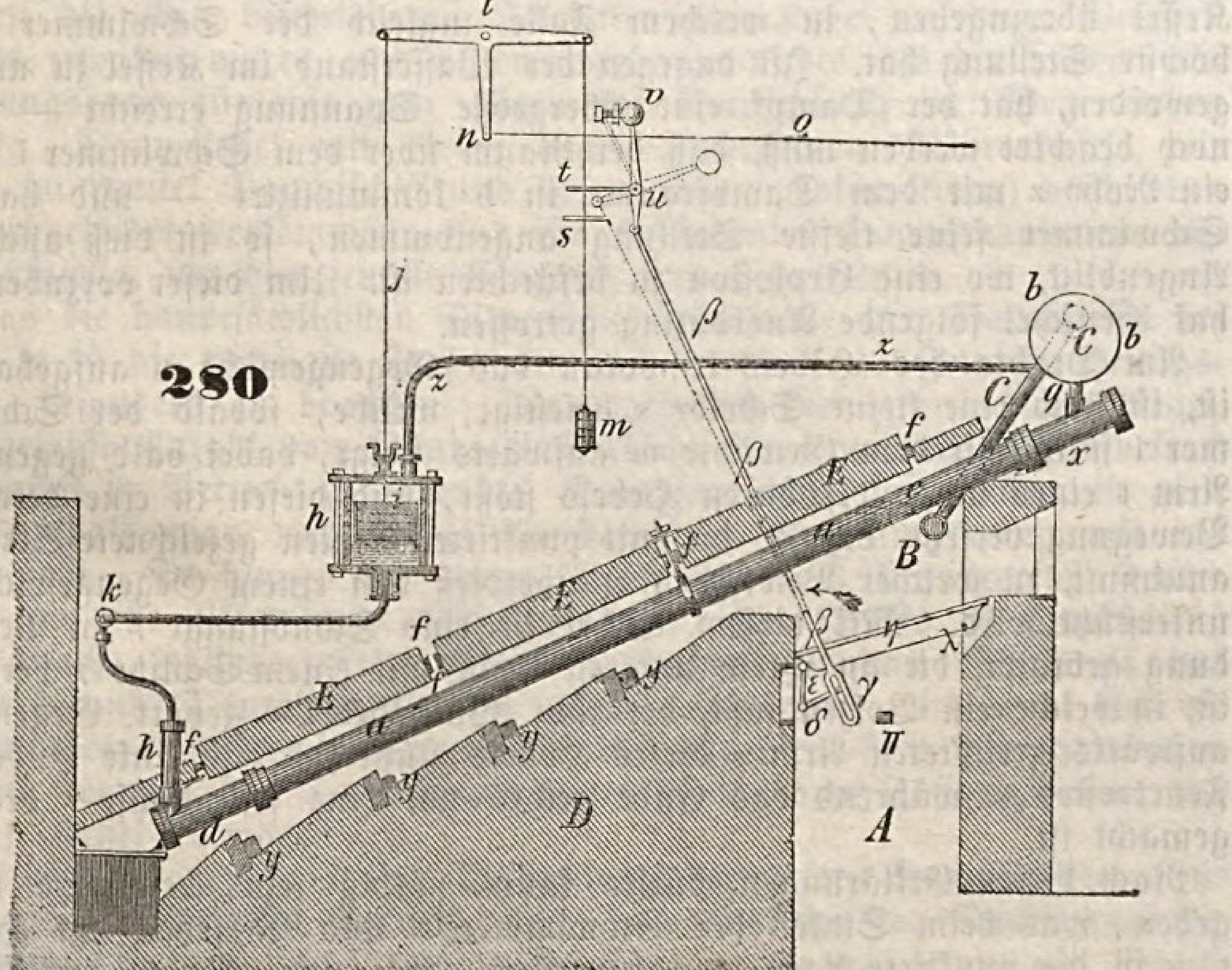
Rohre b, b vorhanden, wovon sich jedes nach hinten zu verengt, wie dieß ohne Weiteres aus Fig. 279 erhellt, und zwar in der Absicht, die Geschwindigkeit der fortströmenden flüssigen Massen zu vergrößern, in gleichem Maße eine ebenfalls größere Masse an kalter Luft von Außen durch die Roste treten zu lassen und den Verbrennungsprozeß zu erhöhen. Die Flamme, heiße Luft 2c. strömt in den Röhren b, II nach hinten, woselbst sich bei c beide Ströme vereinigen, gemeinschaftlich in dem Kanale III nach dem Vordertheile des Kessels fließen, dort in den Kanal IV treten und an beiden Langseiten des Kessels a hin nach V und endlich in den Schornstein strömen. Um die Verbrennung der bereits über die Feuerbrücke m gegangenen Massen noch vollständiger zu bewirken, hat man unter m Kanäle f, f angebracht, um durch dieselben dem Raum II frische (sauerstoffhaltige) atmosphärische Luft zuzuführen, eine Einrichtung, die bereits mehrfach mit weniger oder mehr Abänderung, als gutes Mittel zur Rauchverbrennung bei Dampfkesselfeuerungen angewandt worden ist, ohne jedoch die gestellte Aufgabe vollständig zu lösen.

Das Anbringen der zwei Heizröhren b, b hat jedenfalls zwei entschiedene Vortheile. Ein Mal werden die Scheitel der Röhren b beim sinkenden Wasserspiegel W, W nicht so schnell bloß gelegt, wie dieß bei den Cornwall-Kesseln der Fall ist; dann wird das sehr starke Qualmen der Dampfesse beim Aufschütten frischer Kohlen verhütet, indem wenn ein Rost mit frischen Kohlen versehen wird, die Verbrennung auf dem anderen ungestörten Fortgang hat, die Ströme beider Röhren b sich aber hinten bei c, c vereinigen.

Unter allen bis hierher beschriebenen Kesseln gibt es jedoch noch keinen, der an rascher Dampfproduktion, bei einem großen Grade von Sicherheit, den Kesseln gleich käme, wie solche seit längerer Zeit von dem Mechaniker Henschel in Cassel erbaut werden und wofür dem Konstrukteur im Jahre 1845 von der Pariser Société d'encouragement ein Preis von 6000 Franken zuerkannt wurde.

Diese Kessel, Fig. 280 im Längendurchschnitt gezeichnet, bestehen im

280



Wesentlichen aus fast ganz mit Wasser gefüllten, überall vom Feuer umgebenen kupfernen Sieberöhren a, welche vom Dampfkessel b derartig getrennt sind, daß letzterer nirgends vom Feuer oder von heißer Luft umspielt wird Der Neigungswinkel dieser Sieberöhren b gegen den Horizont beträgt etwa 24 Grad, und gewöhnlich sind zwei, drei oder noch mehr so neben einander (oft auch in Reihen über einander) gelegt, daß die Flamme zwischen ihnen durchschlagen und ihre Gesammtaußenfläche umgeben kann. An beiden Enden sind die Kupferröhren a mit gußeisernen Ansatzstücken x und d versehen, wovon ersteres mit dem Dampfgefäße b durch ein Rohrstück g kommunizirt, letzteres durch ein Rohr h mit einer Horizontalröhre k in Verbindung steht, welche zugleich alle vorhandenen Sieberöhren a miteinander vereinigt und ihnen das von einer Druckpumpe gelieferte Speisewasser zuführt.

Der gemauerte Ofen D ist oberhalb durch ein flaches Gewölbe gedeckt, welches aus eisernen Rahmenstücken f, f besteht, die mit feuerfesten Steinen E ausgefüllt und unter sich verbunden sind; endlich sind y, y Kanäle, durch welche man mittelst Schürhaken angesammelte Schlacken und Asche entfernen kann.

Ganz eigenthümlich ist noch die Anordnung der Sicherheitsapparate dieser Kessel. Ein gußeisernes Gefäß h nimmt einen Schwimmer i auf, während der untere Theil dieses Gefäßes mit dem Speisewasserrohre k in Verbindung steht. Der Schwimmer i hängt überdieß an einem Kupferdrahte j, der an dem einen Arme eines um l drehbaren kleinen Balanziers befestigt ist. Am zweiten Arme des Balanziers l hängt ein Gegengewicht m, um den Schwimmer im Gleichgewicht zu erhalten, während der dritte Arm l, n mit einer Stange o in Verbindung steht, welche derartig auf das Saugventil der Speisepumpe wirkt, daß sie dasselbe, je nach der Stellung des Schwimmers i offen läßt oder schließt, d. i. ihm seine Wirksamkeit gestattet oder nicht.

Ist der Kessel hinreichend mit Wasser gefüllt, so wird das Ventil der Speisepumpe durch den Schwimmer beständig offen gehalten, und das angesaugte Wasser fließt wieder in eine Zisterne zurück, ohne in den Kessel überzugehen, in welchem Falle zugleich der Schwimmer seine höchste Stellung hat. Ist dagegen der Wasserstand im Kessel zu niedrig geworden, hat der Dampf eine übergroße Spannung erreicht — wozu noch beachtet werden muß, daß der Raum über dem Schwimmer i durch ein Rohr z mit dem Dampfraume in b kommunizirt — und hat der Schwimmer seine tiefste Stellung angenommen, so ist dieß auch der Augenblick, wo eine Explosion zu befürchten ist. Um dieser vorzubeugen, hat Henschel folgende Anordnung getroffen.

Am Drahte des Hebels l, woran das Gegengewicht m aufgehangen ist, ist noch eine kleine Scheibe s befestigt, welche, sobald der Schwimmer i sinkt, mit dem Gewichte m aufwärts steigt, dabei bald gegen den Arm t eines um u drehbaren Hebels stößt, und diesen in eine derartige Bewegung versetzt, daß er die mit punktirten Linien gezeichnete Stellung annimmt, zu welcher Bewegung er überdieß von einem Gegengewichte v unterstützt wird. Mit diesem Hebel ist eine Schubstange β in Verbindung gebracht, die an ihrem unteren Ende mit einem Schlitze γ versehen ist, in welche ein Bolzen faßt, der zum Winkelhebel δ gehört. Gegen den aufwärts gerichteten Arm ε dieses Hebels stützt sich das linke Ende des Feuerrostes η, während das Ende rechts um eine feste Achse λ drehbar gemacht ist.

Nach diesen Erklärungen dürfte kaum nöthig sein, besonders anzugeben, was beim Sinken des Schwimmers i und Versetzen des Hebels t, u in die punktirte Lage geschehen muß. Es wird offenbar der Rost η

seines stützenden Armes ε beraubt, eine Drehung desselben um die Achse λ gestattet, wobei das auf dem Roste liegende Brennmaterial in den Aschenraum A fällt und der Rost η sich gegen einen Querstab π lehnt, der ihn verhindert, an die Vordermauer anzuschlagen. Hierdurch werden die Siederöhren sogleich aus dem Bereiche der Flamme gebracht und einer Explosion wenigstens vorgebeugt. Ist die Gefahr vorüber, so bringt man den Rost leicht in seine erste Lage, gibt frisches Brennmaterial auf und setzt den Kessel abermals in Betrieb.

Vom Dampfbehälter b aus wird der Dampf durch ein Rohr C nach der damit zu treibenden Dampfmaschine geführt, auf dem Wege dahin jedoch in einem Zwischenrohr B quer durch die Flamme über dem Roste geleitet, wodurch er vollständig (?) von den noch mitgeführten Wassertheilen befreit werden soll.

Was nun die Vorzüge der einen oder anderen vorbeschriebenen Kesselformen betrifft, so wird man sich vorerst für zylinderförmige Kessel, gegenüber dem Watt'schen Kofferkessel, aussprechen müssen. Abgesehen von der schwierigeren Gestaltung aller von der Kreislinie abweichenden Wandformen bieten allein solche Wände den größtmöglichen Widerstand, welche unter Voraussetzung überall gleicher Pressungen, an allen Punkten gleiches Krümmungsverhältniß besitzen, weßhalb elliptische Wandflächen den kreisförmigen nachstehen und ebene Wandflächen am allerunvortheilhaftesten sind. Was sodann die zylinderförmigen Kessel unter sich anbelangt, so legt der Preis der Anschaffung derselben ein großes Gewicht in die Entscheidungsfrage, für welche besondere Form man sich bestimmen will. Für kleinere, insbesondere mehr dem Gewerbsbetrieb, nicht der Fabrikindustrie angehörige Anlagen wird man sich meist für einfache Zylinderkessel ohne Feuerröhre und innere Heizkanäle aussprechen müssen; im anderen Falle jedoch entweder Kessel mit inwendiger Feuerung oder endlich auch wohl Kessel nach Henschels System wählen, obwohl letztere an dem Uebel des verhältnißmäßig geringen Fassungsraumes für Wasser und Dampf leiden, und eigentlich mehr theoretisch vollkommene Kessel genannt werden dürften. In England wendet man neuerdings am allermeisten die oben beschriebenen Fairbairn'schen Kessel an, deren Vortheil bereits erwähnt wurde, und denen überhaupt nichts als der höhere Anschaffungspreis für eine ganz allgemeine Empfehlung im Wege stehen möchte. Dampfkessel mit vielen engen Feuerröhren (Röhrenkessel), wie solche im Artikel Dampfschiff und Eisenbahnen (Lokomotiven) beschrieben und abgebildet vorkommen, sind für feststehende Dampfmaschinen viel zu kostspielig, um hier jemals Eingang finden zu können.

Was die hauptsächlichsten Dimensionsverhältnisse der Dampfkessel betrifft, so ist die wichtigste Frage, die nach der Größe der Feuerberührungsfläche, besonders zu beachten. Die gewöhnlich hier gebräuchliche Regel, eine gewisse Anzahl von Quadratfuß Fläche für jede einzelne Pferdekraft der damit in Betrieb zu setzenden Dampfmaschine festzustellen, ist ganz falsch, sobald man nicht dabei die besondere Kesselanordnung mit ins Auge faßt. So können bei einem Henschelschen 6 Quadratfuß Feuerfläche für jede Pferdekraft ebenso genügen, wie 12 bis 16 Quadratfuß für einfache Zylinderkessel. Etwas bestimmter ist das Verhältniß des Wassers und Dampfraumes der Kessel, und man wird wohl hier die Angabe des englischen Artizan-Clubs als allgemein brauchbar annehmen können, wonach der Dampfraum ungefähr $\frac{1}{10}$ vom Fassungsraume des ganzen Kessels betragen soll.

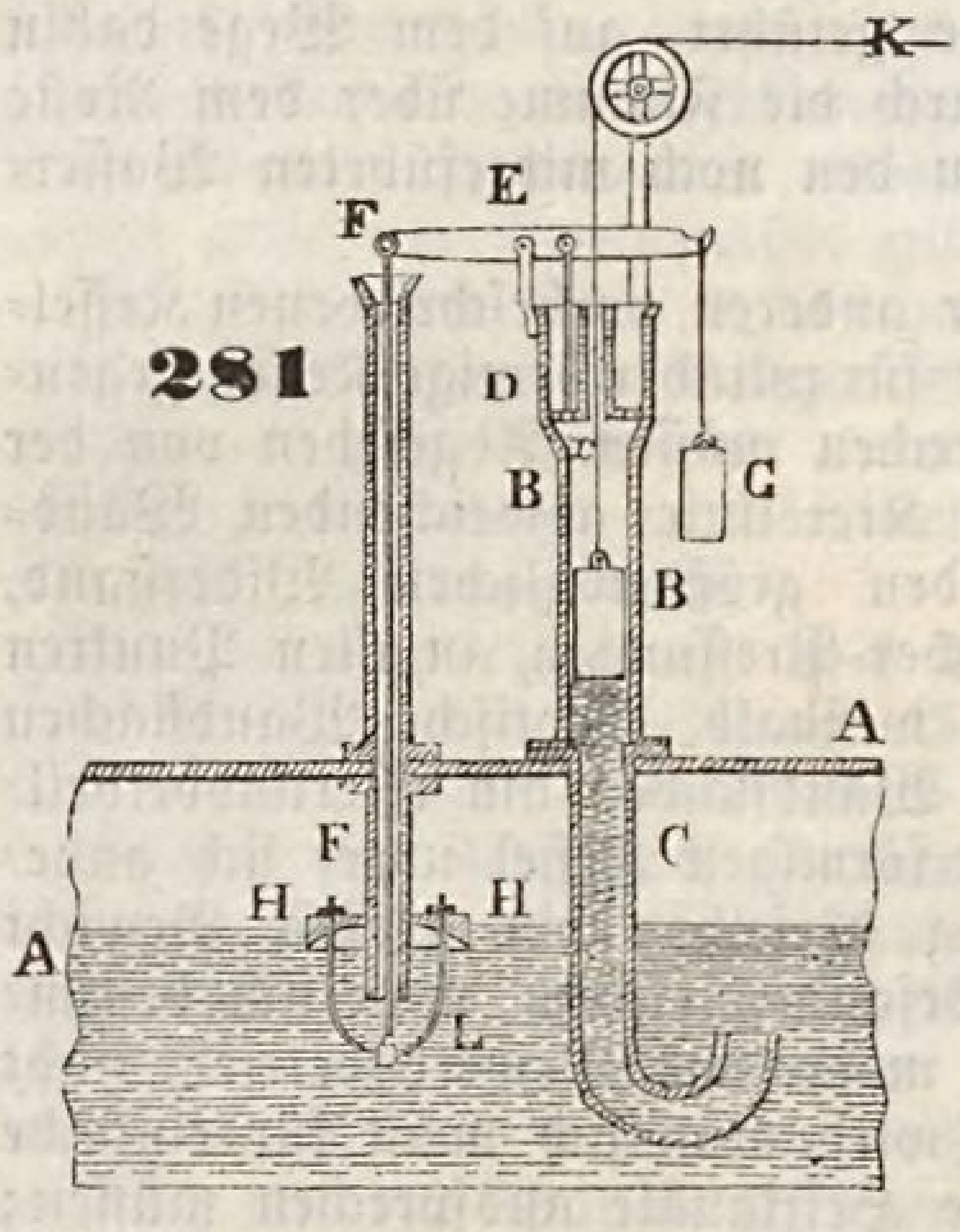
Es verbleibt jetzt noch die Besprechung der an den Dampfkesseln anzubringenden wichtigsten Vorrichtungen, wie insbesondere Speiseapparate, Wasserstandszeiger und Dampfdruckmesser, woran wir dann, als Schluß

des ganzen Artikels, Einiges über Kesselsteinbildung und Explosionsursachen anreihen wollen.

Was das Speisen des Kessels betrifft, so muß dieß so gleichförmig wie möglich, in nicht zu großen Mengen und mit möglichst reinem und wo möglich vorgewärmtem Wasser erfolgen.

Bei Maschinen, welche mit Dampf von niedriger Spannung arbeiten, geschieht die Speisung vortheilhaft, wenn eine Anordnung, wie Fig. 281 zeigt, getroffen wird.

281



Dabei ist A ein Theil des Kessels, B das Speiserohr, welches in einer zweiten Röhre C endigt, die bis ziemlich zum Boden reicht. Am oberen Ende von B ist ein Reservoir D angebracht, das beinahe ganz mit Wasser gefüllt wird, und welches mit der Speiseröhre nur durch eine Oeffnung x kommunizirt, die wieder von einem Ventile geschlossen wird, dessen dünne Führungsstange an einem doppelarmigen Hebel E befestigt oder aufgehangen ist. Genannter Hebel trägt außerdem an einem Ende ein Gewicht G, am anderen Ende einen langen Stab, der in einer den Obertheil des Kessels dampfdicht durchdringenden Röhre F niedergeht und sich endlich in zwei wieder aufwärts gebogene Aeste oder Arme theilt, die einen leicht schwimmenden Körper, eine Thon- oder dünne Eisenplatte H tragen.

Sinkt daher der normale Wasserspiegel im Kessel, so geht auch der Schwimmer H und mit ihm die vorgenannte Stange und der linke Arm des Hebels E herab. Mit dem Aufsteigen des rechten Hebelarmes öffnet sich das Ventil x und das im Behälter D durch eine Druckpumpe zugeführte Wasser fließt so lange in dem Rohre C herab, bis der Normalwasserstand im Kessel wieder hergestellt ist.

Innerhalb des Speiserohres B befindet sich noch ein zweiter Schwimmer, der aus einem hohlen gußeisernen Zylinder besteht. Derselbe kann sich frei in der Wassersäule bewegen, die vom Dampfe fortwährend in der Röhre B erhoben wird, und steht außerdem durch eine über eine Rolle führende Kette K mit den Schiebern oder Registern der Kesselfeuerzüge in Verbindung.

Man sieht daher leicht, wie sich auf solche Weise Speisung und Dampfentwickelung gleichsam gegenseitig von selbst reguliren.

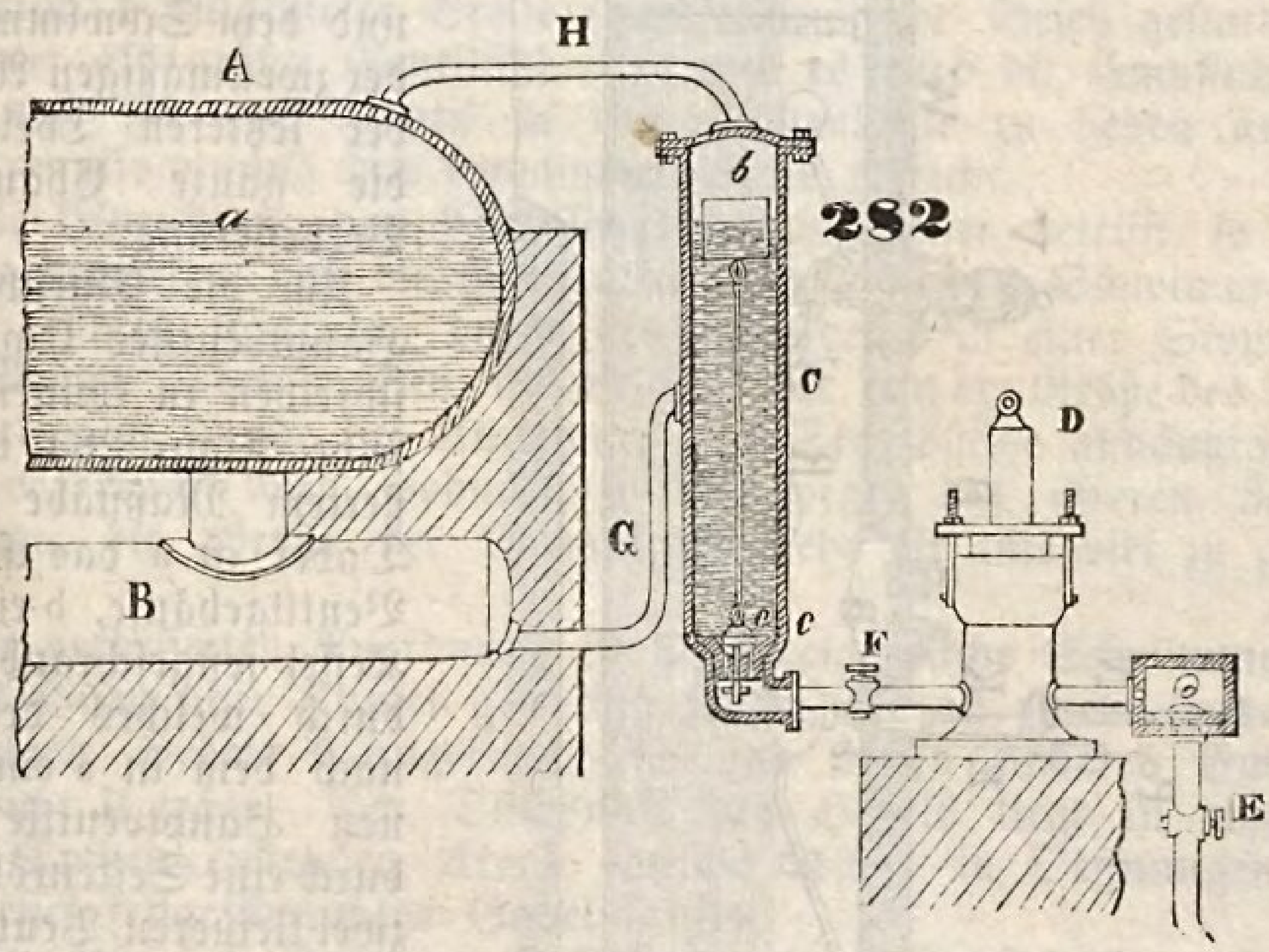
So vortheilhaft und zweckmäßig aber auch die beschriebene Einrichtung erscheinen mag, so eignet sie sich doch keineswegs für Dämpfe von hoher Spannung, indem hierbei die Speiseröhre zuweilen eine außerordentliche Höhe einnehmen müßte.

Verlangt man für Hochdruckdämpfe keine selbstthätige Speisung, so darf man nur einen zweckmäßigen Schwimmer zur Angabe des Wasserstandes anbringen, die Speisung selbst aber kann durch mehr oder weniges Oeffnen eines Hahnes bewirkt werden, der an dem Saugrohre einer für diesen Zweck entsprechend angeordneten vereinigten Saug- und Druckpumpe angebracht ist; oder es kann die Pumpe so mit dem Schwimmer in Verbindung gebracht sein, wie oben bei dem Henschelschen Kessel besonders hervorgehoben wurde.

Die Konstruktion völlig brauchbarer selbstspeisender Vorrichtungen für Hochdruckdampfkessel betrachtet man immer noch als eine schwierige und zur Zeit nicht gehörig gelöste Aufgabe.

Vor einiger Zeit hat der Mechaniker Seguier in Paris eine solche Anordnung zum Selbstspeisen angegeben, die sich im Großen mit vollem Erfolge erprobt haben und zugleich mit der nöthigen Einfachheit ein leichtes Spiel und den Vorzug verbinden soll, in dem Kessel ein immer vollkommen gleiches Niveau zu erhalten.

Figur 282 stellt die Seguier'sche Vorrichtung mit einem Stücke des



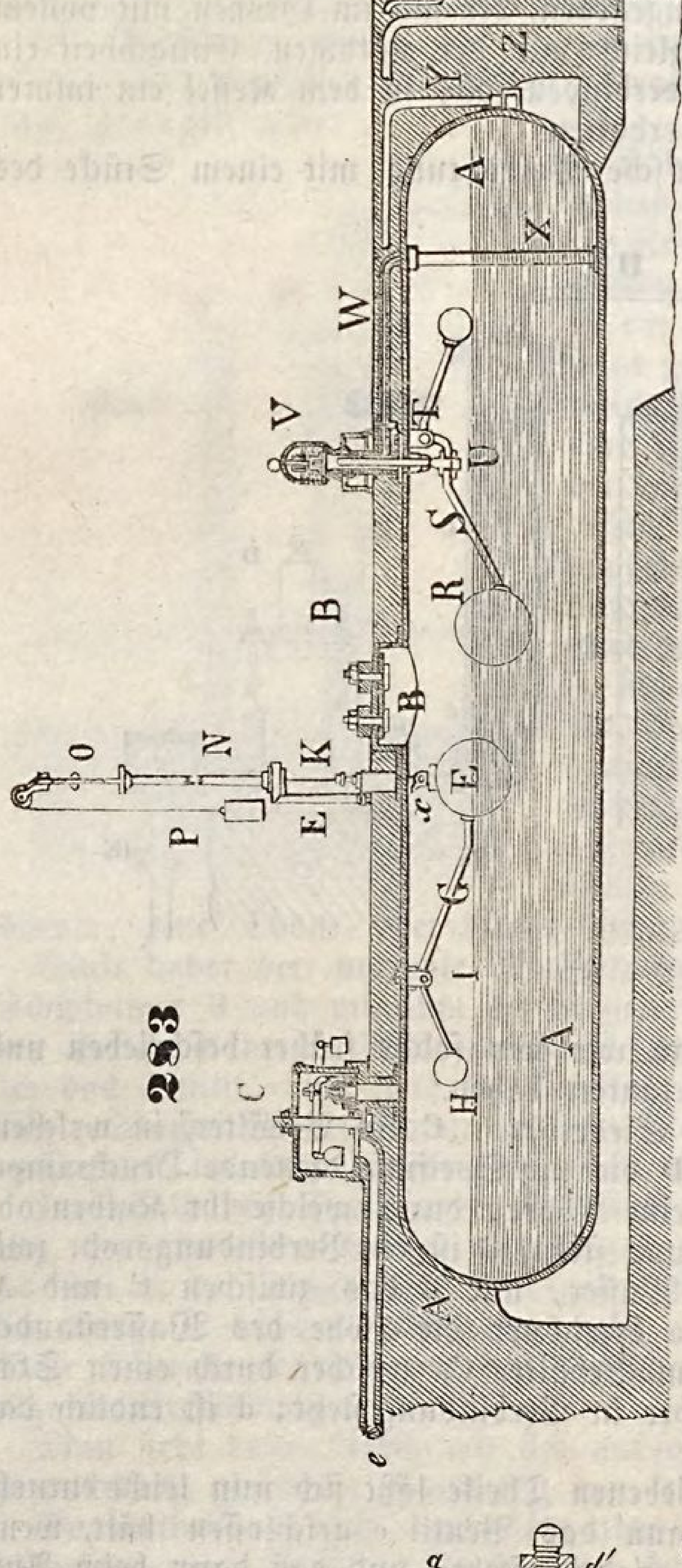
Kessels und einer Sieteröhre dar, wie wir solche früher beschrieben und in Fig. 275 durch Abbildung erläutert haben.

A ist der Dampfkessel, B die Sieteröhre, C ein Behälter, in welchem sich das Speisewasser befindet, D die zur Speisung dienende Druckpumpe, E das Saugrohr derselben, F eine Röhre, durch welche ihr Kolbenrohr mit dem Behälter C in Verbindung steht, G ist ein Verbindungsrohr zwischen C und B, durch welches Wasser, und H das zwischen C und A, durch welches Dampf strömt. a bezeichnet die Höhe des Wasserstandes im Kessel, b den Schwimmer im Behälter C, welcher durch einen Stab mit dem Ventile c im Druckrohre in Verbindung steht; d ist endlich das Saugrohrventil.

Aus der Stellung der beschriebenen Theile läßt sich nun leicht entnehmen, daß der Schwimmer b dann das Ventil c geschlossen hält, wenn der Wasserstand im Kessel zu niedrig steht, und daß dann beim Aufgange des Kolbens in D durch E Wasser angesaugt und beim Niedergange durch F nach C gedrückt wird; daß aber der Schwimmer dann das Ventil c offen erhält, wenn der Wasserstand im Inneren des Kessels zu hoch ist, so wie daß beim Aufgange und Niedergange von D stets der Dampfdruck auf d fortgepflanzt wird und daher kein Aufsaugen neuen Wassers erfolgen kann, sondern nur ein Theil des in B befindlichen Wassers in das Rohr der Speisepumpe hineintritt und aus dieser wieder herausgetrieben wird.

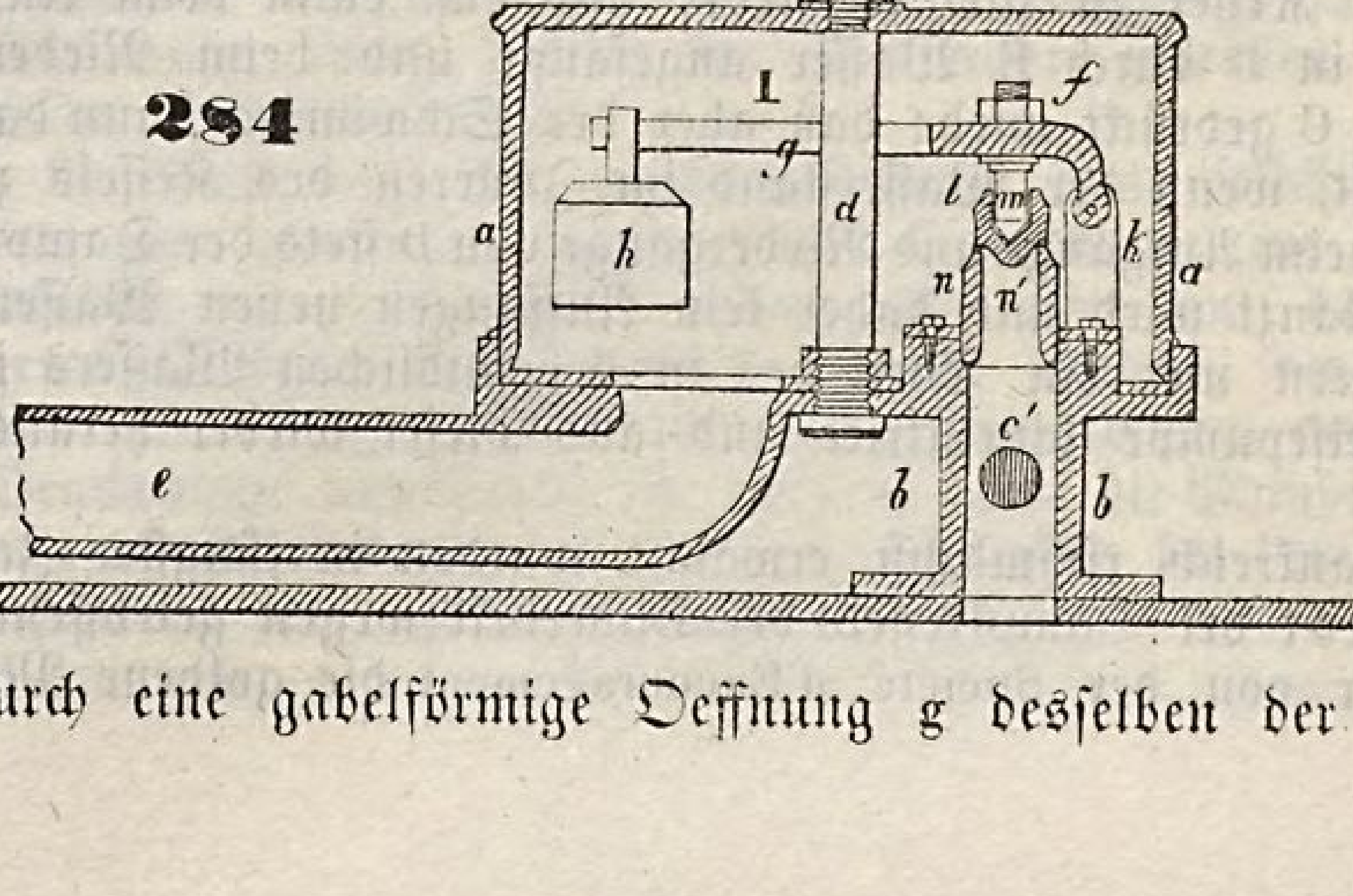
Besonders in Frankreich rühmlichst erwähnt wurden in jüngster Zeit die von Chaussenot bei Dampfkesseln der Sicherheit wegen getroffenen Anordnungen, wofür von der Société d'Encouragement die goldene Me-

daille zuerkannt worden ist. Fig. 283 finden sich die Chaussenot'schen Einrichtungen gezeichnet.



A ist ein zylindrischer Dampfkessel, wie wir solche vorher beschrieben haben, mit den bei jedem Kessel vorkommenden Theilen, nämlich dem sogenannten Mannloche B. um den Kessel reinigen zu können, Sicherheitsventile C und dem Schwimmer E. In der zweckmäßigen Anordnung der letzteren Theile besteht die ganze Chaussenot'sche Verbesserung.

Um die Einrichtung des Hauptventiles C gehörig beschreiben zu können, ist dasselbe Figur 284 in vergrößertem Maßstabe gezeichnet Dabei ist a das sogenannte Ventilgehäuse, b ein auf dem Kessel festgeschraubtes Rohr, durch welches der Dampf nach dem in a eingeschlossenen Hauptventile, so wie durch eine Seitenröhre c′ nach zwei kleineren Ventilen treten kann, die zum Gehäuse a parallel, aber außerhalb desselben liegen und die in der Zeichnung weggelassen sind. d ist ein vertikaler Schraubenbolzen, welcher den Obertheil des Gehäuses mit dem Bodenstücke verbindet; am oberen Ende dieses Bolzens ist eine Oeffnung angebracht, in welcher ein Vorlegeschloß eingehangen werden kann, um ein willkürliches Belasten durch den gewöhnlichen Wärter zu verhindern.



e ist eine Röhre zur Abführung des Dampfes in die Atmosphäre für den Fall, daß sich das Ventil heben sollte. f zeigt den Hebel des Sicherheitsventiles, der so gestaltet ist, daß durch eine gabelförmige Oeffnung g desselben der Bolzen d frei hin-

durchgeht, und welcher an dem einen Ende mit einem Druckgewichte h belastet ist, während sein anderes Ende mit einer horizontal liegenden dünnen Welle oder Axe versehen ist, die in Stahlspitzen ausläuft, deren messingene Lager in Ständern k liegen.

l ist der bewegliche Theil des Sicherheitsventiles, der sich unten in einem Kegel m endigt; n ist der darunter befindliche, besonders aufgeschraubte Ventilsitz. Der Kegel m ist so zugeschliffen, und in eine Höhlung des beweglichen Ventiltheiles l eingepaßt, daß eine seitliche Berührung gar nicht Statt findet.

Auf solche Weise erhalten die sich bei diesem Ventile berührenden Flächen kaum 1 Millimeter Breite (das französische Gesetz gestattet nur 2 Millimeter als größte Ventilsitzbreite), und es wird die Empfindlichkeit so groß, daß sich das Ventil in dem Augenblicke zu heben anfängt, wo die Dampfspannung den berechneten Grad erreicht.

Was die Einrichtung von Chaussenots Schwimmer betrifft, so ist zuvörderst zu bemerken, daß die gewöhnlich gebräuchlichen Schwimmer eine sich selbst gehörig tragende, durch den Kesseldeckel in einer Stopfbüchse gehende Stange haben müssen, an welcher eine von der Größe des Durchmessers und dem Grade der Anziehung der Stopfbüchse abhängige Reibung hervorgebracht wird, wodurch, so wie wegen des öfteren Rostens der Stange, die Größe der Genauigkeit sehr oft eine viel zu geringe wird.

Von der verbesserten Anordnung ist E der eigentliche Schwimmer, eine hohle, aus Eisen oder Kupfer gefertigte Kugel, die an einem Ende eines doppelarmigen Hebels G angebracht ist und dessen anderes Ende ein Gegengewicht H trägt. Der Drehpunkt des Hebels liegt in einer sich in seinen Spitzen endenden Axe I, welche erstere in Oeffnungen einer an den Kessel festgeschraubten Gabel laufen.

Ueber der Kugel E ist in der Kesseldecke eine Stopfbüchse angebracht, durch welche ein dünner Kupferdraht K hindurchgeht, der mit seinem unteren Ende an dem Schwimmer befestigt ist, und damit er bei den Oszillationen des Schwimmers immer in vertikaler Lage erhalten wird, sich an ein Bogenstück x anlegt, welches an der Kugel E sitzt und eine Krümmung hat, deren Mittelpunkt in der Achse des Hebels G liegt. Ueber der Stopfbüchse steht ein Rohr N mit einer bei O angebrachten Theilung und welches so weit ist, daß in demselben ein Stäbchen ohne Reibung auf- und niedergehen kann; dieses Stäbchen ist unterhalb mit dem Drahte K verbunden, oberhalb trägt es einen neben O befindlichen Zeiger und über demselben eine Schnur, die über eine feste Rolle nach dem Gegengewichte P geführt ist.

Prüft man die Konstruktion dieses Schwimmers, so erkennt man leicht, daß er eine große Beweglichkeit besitzt und den Wasserstand mit einer größeren Genauigkeit als die bisher bekannten anzeigen wird.

Der zweite von Chaussenot gebrauchte Schwimmer R wird durch den ersteren nicht entbehrlich gemacht; er soll den Dampf bei zu tief sinkendem Wasserstande, wodurch eine Explosion vorbereitet werden kann, theils nach einer anzublasenden und großen Lärm verursachenden Pfeife, theils in den Heizraum, theils nach der Einfeuerungsöffnung führen.

S ist wieder ein doppelarmiger Hebel, an welchem die Schwimmkugel R und ein Gegengewicht sitzt; seine Drehaxe T ist an beiden Enden mit konischen Vertiefungen versehen, in welchen Spitzzapfen laufen, die von einer an dem Kesseldeckel angebrachten Gabel getragen werden. An dem Hebel ist ferner ein halbkugelförmiges Ventil V von Messing angeschraubt, welches sich an die Oeffnung eines kupfernen Ventilsitzes nach oben anlegt. Die Verlängerung des Ventilsitzes wird durch ein Rohr gebildet,

durch welches Dampf nach den Oeffnungen einer von einem rostförmigen Gehäuse umgebenen Pfeife strömt.

W ist ein Ausgangsrohr für den überflüssigen Dampf, welchen man entweder durch die Röhre X auf den Feuerherd oder durch die Röhre Y in die Feuerzüge leitet, auch kann man ihn am Eingang des Feuerherdes durch die Röhre Z ausströmen lassen, oder mittelst eines anderen Rohres Z′ nach außen führen, je nachdem man die eine oder andere dieser Röhren mit W in Verbindung bringt.

Noch mehrerer Sicherheit eines Dampfkessels wegen bringt man ungeachtet aller bisher beschriebenen Anordnungen in den Wänden desselben noch Zapfen aus einer leichtflüssigen Metallmischung, aus Blei, Wismuth und Zinn bestehend, an. Uebersteigt sodann die Temperatur des Kessels eine gewisse Grenze, so schmelzen diese Zapfen heraus und Dampf oder Wasser können frei aus dem Kessel entweichen.

Nachstehende Tafel gibt hierzu die Schmelzpunkte der Metallmischung an, die man der Dampfspannung entsprechend zu wählen hat.

Dampfdruck nach Atmosphären	Metallschmelzpunkt in Graden nach		Legirung		
	Fahrenheit	Celsius	Wismuth	Blei	Zinn
1	212	100	8	5	3
1½	203,9	113,3	8	8	4
2	221,9	123,3	8	8	8
2½	234	130	8	10	8
3	238,3	132,4	8	12	8
3½	257,9	143,3	8	16	14
4	261,7	145,4	8	16	12
5	276,8	153,8	8	22	24
6	288,3	160,2	8	32	36
7	299,7	166,5	8	32	28
8	309,6	172	8	30	24

Die Anwendung solcher leicht schmelzbaren Pfropfe ist indeß mit mehreren Uebelständen verbunden, namentlich daß der Dampf den Pfropf gewöhnlich, durch anderweitige unvermeidliche Umstände veranlaßt, früher schmelzt, als er den Legirungsverhältnissen nach sollte, ferner der Dampf so lange ununterbrochen ausströmt, bis ein neuer Pfropf eingelegt ist, welchen der Dampfstrom gewöhnlich an seinen Platz hinzieht.

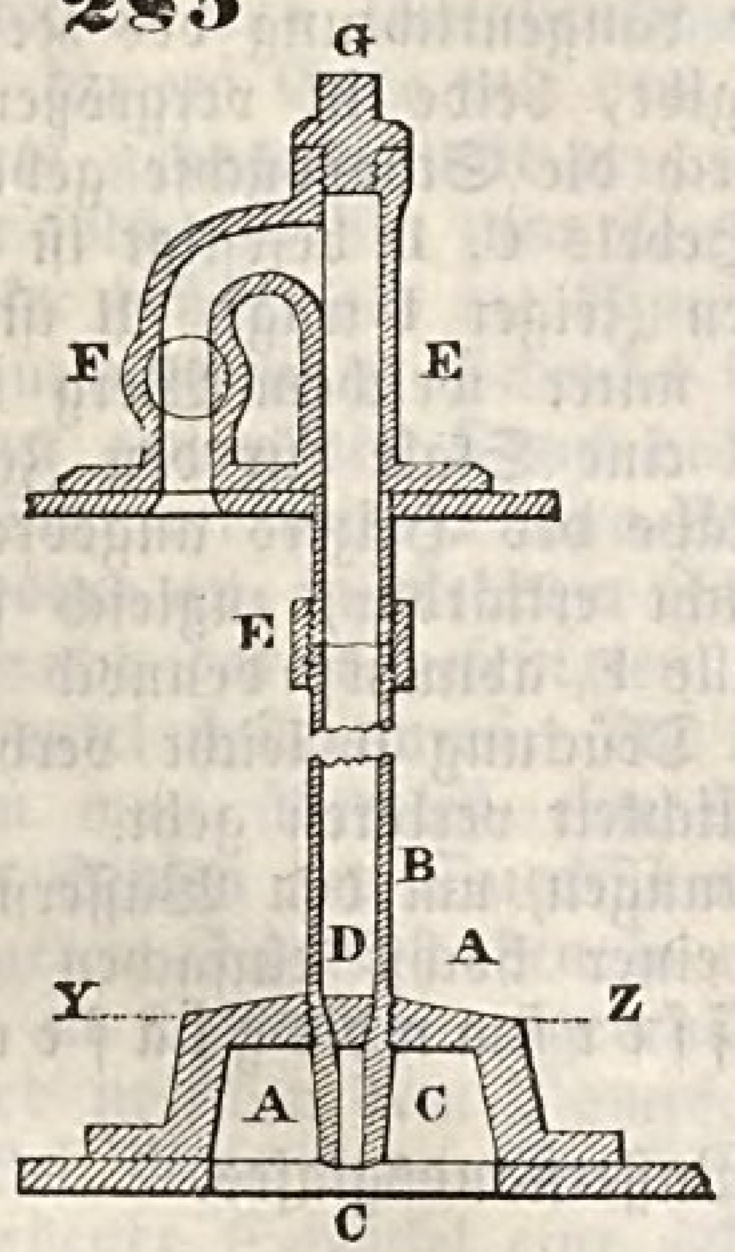
Wenn aber der Pfropf den Ausweg des Dampfes nicht gleich verschließt, vielleicht durch die Dazwischenkunft eines fremden Körpers, oder wenn ihn die Dampfkraft nicht hinreichend anzieht, so wird der Dampf ebenfalls fortfahren auszuströmen, und es bleibt nichts übrig, als den Kessel erkalten zu lassen.

Den letzteren Uebelstand hat Chaussenot durch eine Einrichtung zu beseitigen gesucht, wie sie Fig. 285 zeigt.

A ist ein auf entsprechender Stelle des Kesselbodens aufgesetzter Hut oder ein Gehäuse, unter dem sich eine seiner Weite entsprechende Oeffnung im Kesselboden befindet; der obere Theil dieses Hutes bestimmt die Linie Y, Z, bis zu welcher der Wasserstand höchstens sinken darf.

B ist die Fortsetzung einer in A eingeschraubten Röhre E, sie dient als Wärmeleiter, um das Schmelzen des Pfropfes D ganz pünktlich zu

285



verursachen, sobald der obere Theil des Hutes nicht mehr mit Wasser bedeckt ist.

C ist eine Oeffnung des Rohres E, welche, wenn sie durch den leicht schmelzbaren Pfropfen D nicht mehr verschlossen wird, den Dampf in den Feuerraum oder auf den Herd leitet, um zugleich der Verbrennung Einhalt zu thun.

Das Rohr E besteht aus zwei im Innern des Kessels mit einander verbundenen Theilen, woselbst am oberen Theile ein mit einem Hahne F versehenes Seitenrohr angebracht ist, welches sich von oben in den Deckel des Kessels öffnet, während die Fortsetzung des gerade aufsteigenden Rohres E durch den Schraubenkopf G geschlossen ist.

Man erkennt nun leicht, daß wenn der Hahn F offen ist, der Dampf auf D wirkt; dagegen wenn D geschmolzen ist, kann der Dampf durch F abgesperrt, ein Pfropf bei G eingeführt und auf seinem Sitze fest aufgestoßen werden, ohne daß dabei der Dampf hinderlich ist.

Im Allgemeinen darf man, wie schon vorher bemerkt, allen diesen leichtschmelzbaren Pfropfen keine besondere Zuverlässigkeit zutrauen.

Gegen den Chaussenot'schen ersten Schwimmer E wird gewiß nicht ohne Grund noch einzuwenden sein, daß bei ihm noch der durch den Kesseldeckel gehende Metalldraht nicht entfernt ist, der, wenn auch von den schon früher bemerkten Uebeln ähnlicher Apparate einige beseitigt sind, doch den Fehler der Nichtdichtung seiner Stopfbüchse und der Möglichkeit des Verbiegens des Drahtes mit sich führen wird.

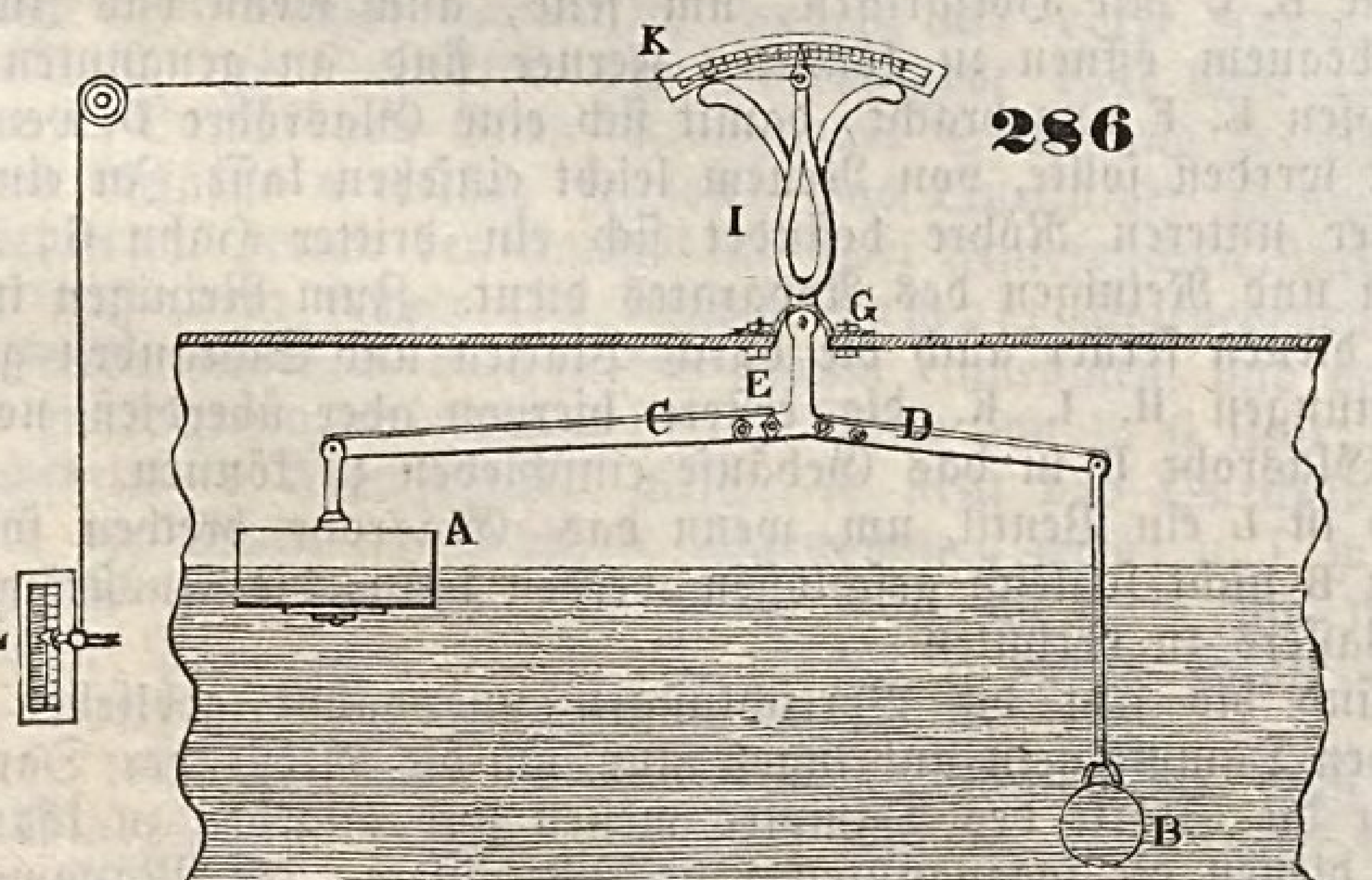
Einen Schwimmer, der auch diesen Mängeln begegnet, zeigt Fig. 286. Derselbe wurde zuerst von Albert Schlumberger in Mühlhausen angegeben, und er soll sich in jeder Beziehung als vollkommen bewähren.

A ist ein schwimmender Stein, gewöhnlich eine Thonplatte;

B das Gegengewicht, beide an einem Hebel C D aufgehangen, dessen Richtung mit der Länge des Kessels parallel läuft.

Auf dem Deckel des Kessels ist eine Stopfbüchse E angebracht, ähnlich

286



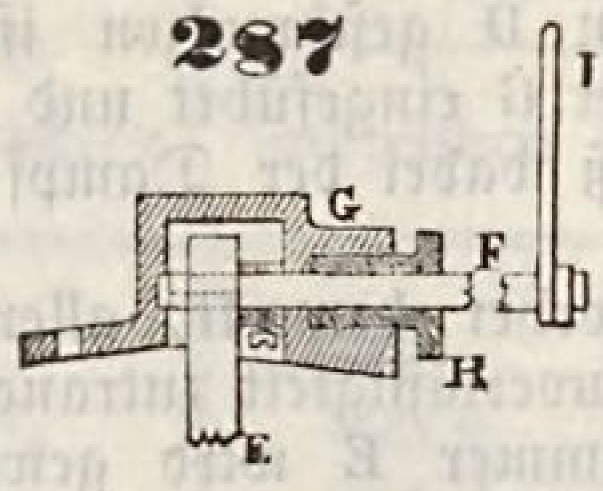
der, welche man bei den Dampfzylindern anwendet, und wovon Fig. 287 einen Durchschnitt rechtwinklig gegen die Längenrichtung des Kessels genommen, Fig. 288 aber den Grundriß angibt, beide in vergrößertem Maßstabe gezeichnet. F ist eine horizontal durch die Stopfbüchse gehende Welle, an welcher der Aufhängearm des Hebels C, D befestigt ist und die an ihrem außerhalb liegenden Ende einen Zeiger I trägt. H ist die Drückung oder der Deckel der Stopfbüchse, unter welchem Werg oder andere Dichtungsmittel anzubringen sind, K eine Skale für den Zeiger I; L eine zweite Skale mit Zeiger, in der Nähe des Heizers angebracht.

Das Spiel des Apparates ist hiernach leicht erklärbar, zugleich sieht man, daß wenn sich auch ein Theil der Welle F abnutzt, dennoch das Austreten des Dampfes durch Anziehen der Drückung H leicht verhütet werden kann, ohne daß merklich an Empfindlichkeit verloren geht.

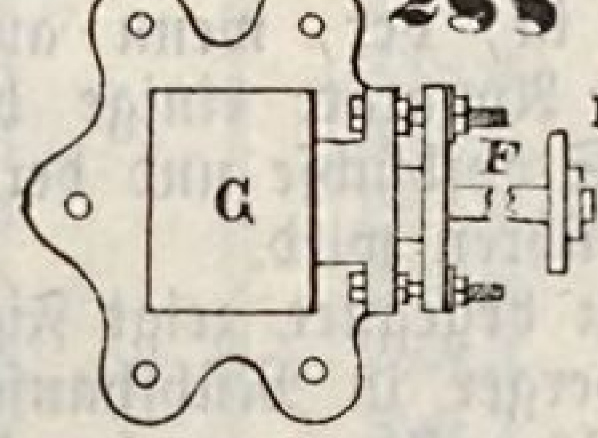
Außer allen bis jetzt angeführten Vorrichtungen, um den Wasserstand im Kessel beurtheilen zu können, ist noch einer höchst einfachen und zweckmäßigen, nämlich der sogenannten Wasserstandsgläser zu gedenken.

Fig. 289 ist die Abbildung eines solchen Wasserstandsglases.

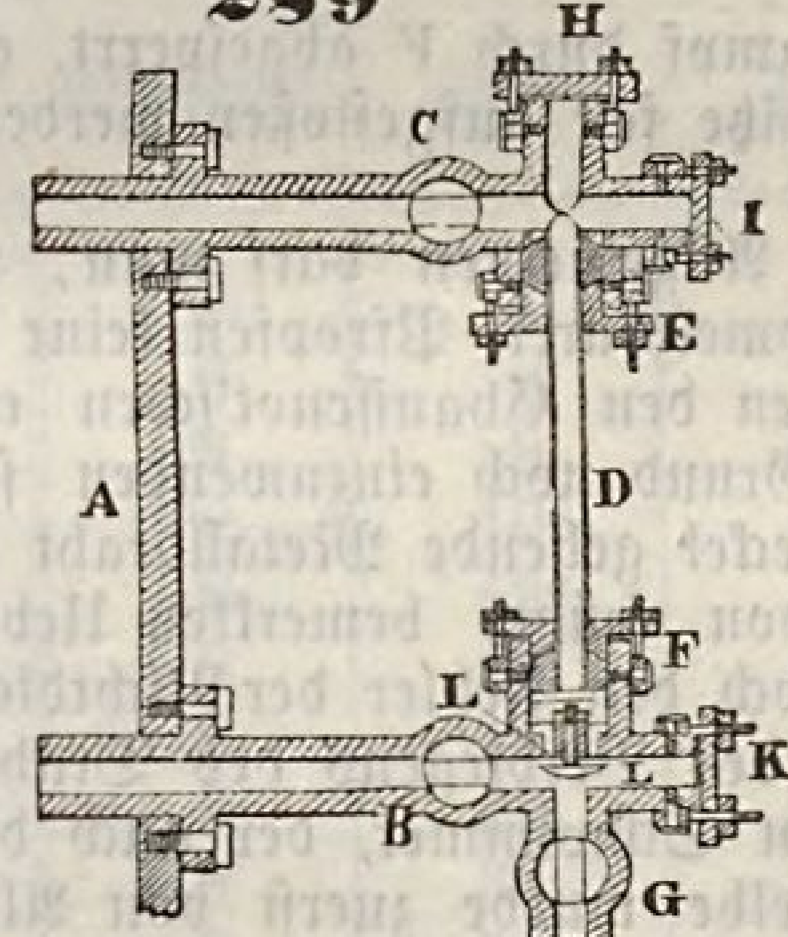
287



288



289



An eine vertikale Wand des Dampfkessels sind zwei metallene Horizontalröhren so angeschraubt, daß die obere mit dem Dampfraume, die untere mit dem Wasser in Verbindung steht. In diesen Röhren befinden sich Hähne B, C mit Holzgriffen, um jene, auch wenn das Instrument heiß ist, bequem öffnen zu können. Ferner sind an genannten Röhren Stopfbüchsen E, F angebracht, damit sich eine Glasröhre D, wenn solche zerbrochen werden sollte, von Neuem leicht einsetzen lasse. In einer Fortsetzung der unteren Röhre befindet sich ein dritter Hahn G, der zum Ausblasen und Reinigen des Apparates dient. Zum Reinigen im kalten Zustande dienen ferner auch die durch Platten und Schrauben geschlossenen Oeffnungen H, I, K, die erstere hiervon aber überdieß noch dazu, um das Glasrohr D in das Gehäuse einschieben zu können.

Endlich ist L ein Ventil, um, wenn das Glasrohr brechen sollte und der Hahn B nicht sogleich geschlossen werden kann, die Ausströmung des heißen Wassers zu verhüten.

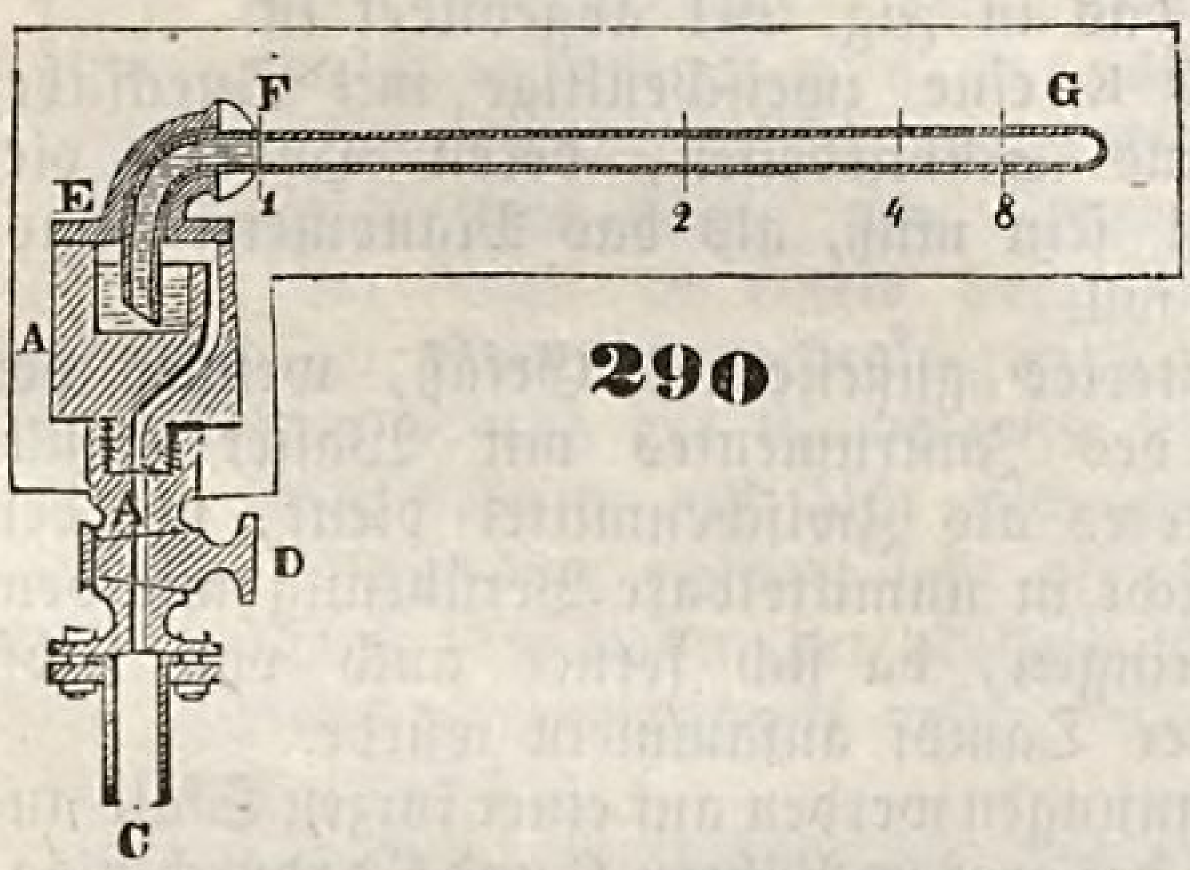
Noch sind bis jetzt die Vorrichtungen unerwähnt geblieben, welche man an den Dampfkesseln anbringen muß, um die Größe der Dampfspannung oder die Stärke des Dampfes messen und angeben zu können.

Hierzu dienen die sogenannten Quecksilbervisiere, die Manometer oder das Thermometer.

Die Quecksilbervisiere bei geringen Dampfspannungen bestehen gewöhnlich aus zweischenkligen, heberförmigen gläsernen Röhren, woran das kürzere Ende mit dem Dampfraume des Kessels, das längere, aufwärts gebogene, mit der atmosphärischen Luft kommunizirt. Füllt man eine solche Röhre zum Theil mit Quecksilber, so wird, wenn der Dampf stärker drückt als die Atmosphäre, das Quecksilber in dem mit der Luft kommunizirenden Schenkel steigen und der senkrechte Abstand beider Niveaux genau den Druck des Dampfes über den der Luft angeben.

Sehr oft wendet man statt des zerbrechlichen Glases eine eiserne Heberröhre an, in welchem Falle man einen kleinen Schwimmer, mit einem senkrecht daran befestigten Stäbchen, auf das Quecksilber im längeren Schenkel stellen muß. An dem Hervorragen des Stäbchens, hinter welchem man überdieß eine Skale anbringt, läßt sich leicht das Steigen und Sinken des Quecksilbers wahrnehmen. Da das Quecksilber in dem längeren Schenkel eben so viel steigt, als es im kürzeren sinkt, so gibt ein am Stäbchen angebrachter Zeiger jedes Mal nur den halben Unterschied zwischen dem Dampf- und Atmosphärendrucke an.

Bei Maschinen mit sehr hohem Drucke müßte der in die Atmosphäre mündende Schenkel eine sehr unbequeme Höhe erhalten, weßhalb man in diesen Fällen Manometer anwendet, die den Dampfdruck durch die Zusammenpressung der eingeschlossenen Luft angeben. Fig. 290 findet sich ein solches abgebildet.



290

A ist ein gußeisernes, mit Quecksilber gefülltes Gefäß, in dessen Körper eine Durchbohrung angebracht ist, die mit einer Röhre C kommunizirt, welche mit dem Dampfraume in Verbindung steht. Das Gefäß A wird durch einen Deckel E geschlossen und in dessen Fortsetzung eine mit Luft angefüllte Glasröhre F G luftdicht befestigt, welche mit ihrem offenen Ende in das Quecksilber des Gefäßes taucht. D ist endlich ein Hahn, welcher den Dampfausfluß für den Fall verhindert, daß die Glasröhre F, G zerbrochen wird.

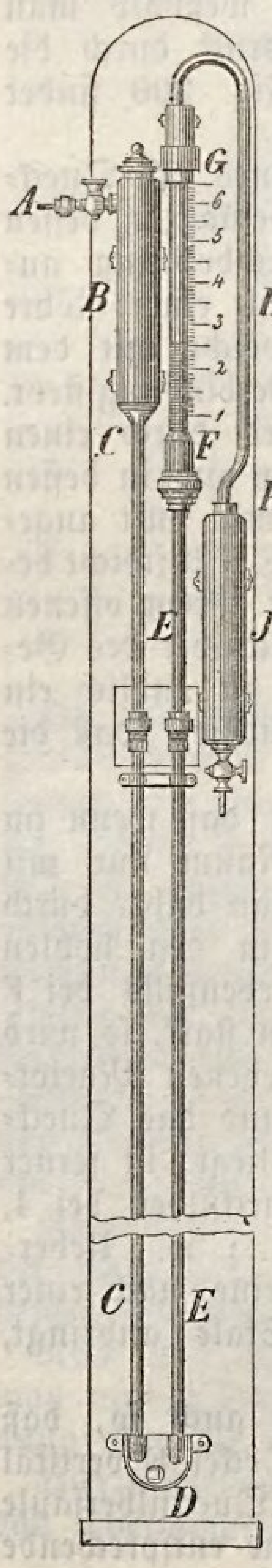
Die Einrichtung des Instrumentes ist nun so getroffen, daß wenn im Kessel noch kein Dampf entwickelt, sondern der obere Raum nur mit Luft gefüllt ist, das Quecksilber bis F heraufgeht. Läßt man daher durch die Röhre C Dampf von Einer Atmosphäre Spannung in den hohlen Raum des Gefäßes A treten, so wird das Quecksilber ebenfalls bei F oder 1 stehen; ist ferner der Dampfdruck zwei Atmosphären stark, so wird die Luft, nach dem früher (im Artikel Dampf) angegebenen Mariotte'schen Gesetze, nur noch halb so viel Raum einnehmen, und das Quecksilber bis zu 2 gehen, insofern 2 in der Mitte von F, G liegt; ist ferner der Dampfdruck 4 Atmosphären gleich, so steht das Quecksilber bei 4, wenn 4 in der Mitte von 2 bis G angenommen wird; u. s. w. Ueberhaupt erkennt man hieraus, daß wenn man an F, G eine nach einer geometrischen Progression 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$ getheilte Skale anbringt, diese den Dampfdruck in Atmosphären ausdrücken wird.

Sehr oft konstruirt man das beschriebene Manometer auch so, daß man die Glasröhre F, G nicht umbiegt, sondern vom Deckel E vertikal aufsteigen läßt; allein dann hat der Dampf die ganze Quecksilbersäule zu tragen, und man muß beim Auftragen der Skale eine entsprechende Korrektion vornehmen.

Alle diese Manometer führen indeß mehrere Uebelstände mit sich. So kann es geschehen, daß durch eine plötzliche Kondensation der Dämpfe im Kessel ein Theil der Luft aus der Röhre F, G herausgeht, worauf die Gradeintheilung falsch wird. Eben so scheint es, daß bei hohem Drucke, ja selbst schon bei 3 bis 4 Atmosphären Spannung, das Quecksilber einen Theil vom Sauerstoffe der Luft absorbirt, folglich deren Volumen ebenfalls vermindert und die Eintheilung unrichtig wird.

Nach den jüngsten Erfahrungen taugen alle oben geschlossenen Manometer für eine zuverlässige Angabe der Dampfspannungen gar nicht, indem sie, wie bereits erwähnt, selbst bei ganz streng richtig durchgeführter Theilung mit der Zeit dennoch unrichtig werden. In Frankreich hat man daher seit einigen Jahren den Gebrauch geschlossener Manometer gänzlich untersagt und dadurch Veranlassung zur Erfindung einer wahren Unzahl von Vorrichtungen gegeben, bei welchen man hauptsächlich beabsichtigt, die große Höhe des offenen Manometers (bei 2 Atmosphären Ueberdruck 60 Zoll engl., bei 3 Atmosphären 90 Zoll, bei 5 Atmosphären 150 Zoll hoch) herabzuziehen, oder doch das Instrument so zu gestalten, daß diese ungewöhnliche Höhe besondere Unbequemlichkeiten nicht bietet, und insbesondere die Skale, an welcher die Dampfspannungen abzulesen sind, möglichst kurz und übersichtlich wird. Keine dieser Anordnungen kommt an Sicherheit, Einfachheit und Leichtigkeit der Herstellung dem Manometer von Desbordes in Paris gleich, das in Fig. 291 abgebildet ist.

291



Dabei ist C D E eine zweischenklige mit Quecksilber gefüllte Röhre aus Schmiedeisen, deren Höhe so viel Mal 30 Zoll engl. sein muß, als das Manometer Atmosphären angeben soll.

B ist ein erweitertes gußeisernes Gefäß, welches vor dem Gebrauche des Instrumentes mit Wasser gefüllt wird, so daß letzteres als Zwischenmittel dient, um den Dampf durch A nicht in unmittelbare Berührung mit dem Quecksilber zu bringen, da sich ferner auch von selbst über C kondensirter Dampf ansammeln würde.

Die Dampfspannungen werden auf einer kurzen Skale angegeben, was trotz der großen Röhren C und E dadurch möglich gemacht ist, daß das Glasrohr G F beträchtlich weiter ist als die Eisenröhren C, E, folglich jede 30zöllige Quecksilbersäule, welche von einer neu hinzukommenden Atmosphäre Ueberdruck aus C vertrieben wird, in F G nur eine geringe Höhe einnimmt.

Ueber G hinaus geht wieder ein Rohr H nach einem Gefäße J K niederwärts, dabei jedoch nicht luftdicht einmündend, um das Quecksilber aufzufangen, was etwa aus der Glasröhre ausgetrieben werden könnte; D ist ein eisernes Gefäß, in welches die unteren offenen Enden der Röhren C und E münden, um so in Kommunikation gesetzt zu werden. Die neuerdings mehrfach angewandten Federmanometer mit Zeiger sind im Artikel Eisenbahnen, bei den Lokomotiven ausführlich beschrieben, wohin sie eigentlich gehören, indem sie den zuletzt beschriebenen offenen Quecksilbermanometern durchaus nachstehen.

Ein sehr sicheres (nur unpraktisches) Mittel, die Dampfspannung im Kessel zu beobachten, ist endlich das gewöhnliche Quecksilber-Thermometer.

Man befestigt dieß mittelst einer Stopfbüchse im Kesseldeckel und läßt die mit einer entsprechenden Hülle umgebene Kugel in den Dampfraum tauchen. Aus der beobachteten Temperatur läßt sich, wie im Artikel Dampf angegeben, die Spannung leicht berechnen oder mittelst Tabellen bestimmen.

Außer allen in dem Bisherigen betrachteten Umständen, welche eine in jeder Beziehung vollkommene Dampferzeugung nöthig macht, muß hier noch Einiges in Bezug auf die Anordnung der Feueranlagen bemerkt werden.

Höchst wichtig ist es, bei der Konstruktion des Ofens den Feuerzügen und der Esse den jedesmaligen Verhältnissen entsprechende Dimensionen zu geben.

So sollte man den Querschnitt der Züge und der Esse dem geometrischen Inhalte nach immer einander ziemlich gleich machen, die Züge nicht mehr als Ein Mal um den Kessel herum gehen lassen und die Essenhöhe nicht unmäßig groß annehmen. Gehörig und durchaus weite Essen scheinen nach den neuesten Erfahrungen weit vorzüglicher als zu enge, namentlich sich nach oben verengende. Ebenso wird eine Höhe von 50 bis 60 Fuß, wenn sonst Alles gehörig angeordnet ist, vollkommen genügen, und nur örtliche oder ähnliche Verhältnisse sollten zu den außerordentlichen Höhen von 120, ja 180 Fuß veranlassen.

Um den Zug namentlich in der Esse möglichst zu befördern, hat man in neuerer Zeit mancherlei Mittel angewandt. Hierher gehört das Einführen eines fortwährenden Dampfstrahles in die Esse, das Anbringen sogenannter Ventilatoren u. a. m.; allein über alle diese Dinge hat die Erfahrung noch nicht vollkommen entschieden.

Die gewöhnliche Weise, das Feuer bei Dampfkesseln zu unterhalten, führt in der Regel zu einem doppelten Verluste an Brennmaterial, so wie auch zu einer unregelmäßigen Dampferzeugung. Das Oeffnen der Feuerthüren behufs des Nachlegens führt nämlich dem Feuerraum überflüssige kalte Luft zu und läßt auch eine Menge strahlender Wärme entweichen. Außerdem entsteht sehr oft ein Verlust an Brennmaterial durch das gesetzlose Anhäufen der Kohlen über dem Roste, wodurch der letztere zuweilen ganz verstopft wird, und eine höchst unvollkommene Verbrennung eintritt.

Um dieß Alles zu beseitigen, hat man, namentlich in England, Vorrichtungen, sogenannte Selbstheizer in Anwendung gebracht, von denen sich jedoch fast keine als in jeder Beziehung empfehlenswerth erwiesen hat.

Die eine von Brunton angegebene besteht in einem kreisförmigen horizontal liegenden Roste, der sich um eine unterhalb seiner Fläche angebrachte, von der Dampfmaschine bewegte Achse dreht. Ueber demselben befindet sich ein dem sogenannten Mühlrumpf ähnlicher Behälter zur Aufnahme der frischen Kohlen, dessen Schuh geöffnet und geschüttelt wird, und wodurch die Kohlen nach und nach auf den Rost fallen. Uebrigens ist das Ganze so regulirt, daß wenn der Dampfdruck über eine gewisse Grenze steigt, die Bewegung des Rostes langsamer wird und zugleich eine geringere Menge Kohlen herabfällt.

Brunton schätzt bei dieser Einrichtung die Ersparung an Brennmaterial auf 15 bis 20 Prozent (?).

Eine andere derartige Anordnung ist die, daß man über der Feueröffnung zwei oder mehrere Rümpfe anbringt, in welchen sich ein paar gereifte Walzen zum Zerkleinern der Kohlen drehen und dieselben von hier aus auf den sich drehenden Rost oder auf Nachlegungsscheiben oder Räder nach Art der Windventilatoren fallen lassen.

Nunmehr schließlich noch einige Bemerkungen über Kesselsteinbildungen und Ursachen von Dampfkesselerplosionen.

Die Zahl der zur Verhinderung des (vornehmlich aus kohlen- und schwefelsaurem Kalk bestehenden) Kesselsteins vorgeschlagenen Mittel ist ungemein groß, und es kommen die wirksamsten darauf hinaus, die zusammenhängende Ausscheidung der festen Theile aus dem Kesselwasser durch ihre Dazwischenkunft zu verhindern, wohin namentlich Stärkesyrup, Kartoffeln, Branntweinschlempe, Thon, Graphit, Katechu, Lohbrühe, Abkochung von Galläpfeln, Dextrin, Alaun &c. zu rechnen sind. Bei den Schiffskesseln der englischen Marine hat man neuerdings die Anwendung von Salmiak auf das Ausgezeichnetste bewährt gefunden. Die Wirkung des Salmiaks soll darauf beruhen, daß er den kohlensauren Kalk in ein sehr lösliches Salz, in Chlorkalzium umwandelt, was sich nicht aus dem Wasser absetzen kann. Neuere Berichte über dieß Mittel behaupten, daß Schiffskessel ein Jahr lang im Betriebe erhalten wurden, ohne daß sich Kesselstein darin bildete, während dieser in dem Kessel eines zweiten Schiffes, unter sonst ganz gleichen Umständen, ohne jenes Mittel, eine Dicke von $^3/_4$ bis $^7/_8$ Zoll erreichte.

Was endlich die Ursachen der Kesselexplosionen anlangt, so dürften diese weniger durch gesuchte wissenschaftliche Deutungen, als vielmehr in den richtigen Beobachtungen erfahrener Praktiker ihre Erklärung finden, wonach diese Ursachen im Mangel richtiger Wasserstände in den Kesseln, dünn gewordenen Metallwänden und endlich in der Unvorsichtigkeit roher, unaufmerksamer Heizer und Maschinenwärter &c. liegen.

Dampfschiff. Ein Schiff, welches zum Zwecke seiner Fortbewegung mit einem Triebmechanismus (Ruderrad oder Schraube) versehen ist, dem eine ebenfalls auf dem Schiffe befindliche Dampfmaschine die erforderliche Bewegkraft ertheilt.

Das erste durch ein Ruderrad getriebene Dampfschiff, wobei der Wasserdampf (wahrscheinlich in einer Savery-Maschine) als bewegende Kraft benutzt wurde, hat der bereits im Artikel Dampfmaschine rühmlichst erwähnte Dr. Papin zu Stande gebracht, indem Dieser mit einem derartigen Schiffe am 27. September 1707 auf der Fulda von Kassel nach (hannoversch) Münden gefahren ist. Leider hatte Papin das Unglück, daß ihm sein Schiff an dem letztern Orte von den eifersüchtigen rohen Schiffern gänzlich zerstört und er so entmuthigt wurde, weitere Versuche zu unternehmen.

Die ersten, jedoch nicht sehr erfolgreichen Versuche, eine Watt'sche Dampfmaschine zum Bewegen des Treibapparates eines Dampfschiffes zu verwenden, machte 1774 der Ingenieur Perrier in Frankreich. Glücklicher scheint 1781 der französische Marquis v. Joffroy in Lyon gewesen zu sein, und nur der baldige Ausbruch der französischen Revolution die Schuld zu tragen, daß auch dieses Schiff bald in Vergessenheit kam.

Erst im Jahre 1802 brachte der englische Bergwerksingenieur Symington ein Dampfschiff zu Stande, das zum ersten Male solche Verbesserungen mit einander vereinigte, welche die Basis des heutigen Systems der Dampfschifffahrt bilden. Bei seinem auf dem Forth- und Clyde-Kanale gehenden Dampfschiffe, die „Charlotte Dundas," wurde die Bewegung durch eine doppelt wirkende Watt'sche Dampfmaschine erzeugt und mittelst Lenkstange und Kurbel auf ein Ruderrad übertragen, welches ein anderer Engländer, Miller, bereits 1787 auf Schiffen als Treibapparat angebracht, jedoch durch Menschenhände in Umdrehung hatte setzen lassen. Die Besorgniß der Kanalbesitzer, daß die Ufer durch den bedeutenden Wellenschlag, welchen das Dampfschiff erzeugte, zu großen Schaden leiden dürften, und der Tod des thätigen Unterstützers der Symington'schen Unternehmungen, des Herzogs von

Bridgewater, waren Ursache, daß auch dieser glückliche Erfolg in England nicht weiter benutzt, sondern erst mehrere Jahre nachher von dem Amerikaner Fulton ausgebeutet und zur völligen Entscheidung geführt wurde. Fulton hatte bereits 1801 Symingtons „Charlotte Dundas" durch eigene Anschauung kennen gelernt, auch von dem Erbauer alle einem Ingenieur zur gehörigen Orientirung erforderlichen Auskünfte und Skizzen erhalten, ferner bereits 1803 in Paris auf der Seine ein Dampfschiff in Gang gebracht, welches jedoch nicht zu den erwarteten Resultaten führte; vielmehr gelang ihm dieß erst im Herbste 1807. Am 3. Oktober dieses Jahres machte sein Dampfschiff „Der Clermont" die erste Fahrt von New-York nach Albany (auf dem Hudson) mit dem entschiedensten Erfolge, indem dieses Schiff nicht nur anfing, sondern auch fortfuhr, für praktische Zwecke zu dienen. Sonach hat Fulton das Verdienst, den Dampf als Triebkraft zu wirklichem dauernden Nutzen der Schifffahrt eingeführt zu haben, wenn er auch nicht der Erfinder des Systemes war, welches das Schiff überhaupt bildete, da die Dampfmaschine von Watt, die Ruderräder nach Miller, die Kombination dieser beiden nach Symington ausgeführt und endlich die Gestalt des Schiffskörpers auf Beaufoy's Versuche gestützt, angeordnet war.

In Amerika fand die Anwendung der Dampfschiffe bald rasche Verbreitung, während sich ihre Einführung in Europa mehrere Jahre verzögerte. In England wurden sie erst 1812 von H. Bell dauernd eingeführt, in dem übrigen Europa noch später.

Nach öffentlichen Berichten zählte England 1820 nur 43, 1830 schon 315, 1840 aber 824, 1848 bereits 1100 und endlich 1850 sogar 1390 Dampfschiffe. Von letzterer Zahl kommen 1200 auf die Handelsmarine (mit etwa 295,000 Tons Tragfähigkeit und 100,000 Maschinenpferdekräften) und 190 auf die königliche Marine (150,000 Tons Tragfähigkeit, 51,000 Maschinenpferdekräfte und 800 Kanonen). In Amerika betrug 1839 die Zahl der Dampfschiffe bereits über 700, von denen jedoch, gerade umgekehrt wie in England, die meisten Flußschiffe sind. Frankreich zählte 1850 etwa 394 Dampfschiffe, wovon 279 der Handelsmarine angehörten (mit 40,000 Tons Tragfähigkeit und 22,900 Maschinenpferdekräften), 114 aber der Kriegsmarine (mit 26,000 Maschinenpferdekräften.)

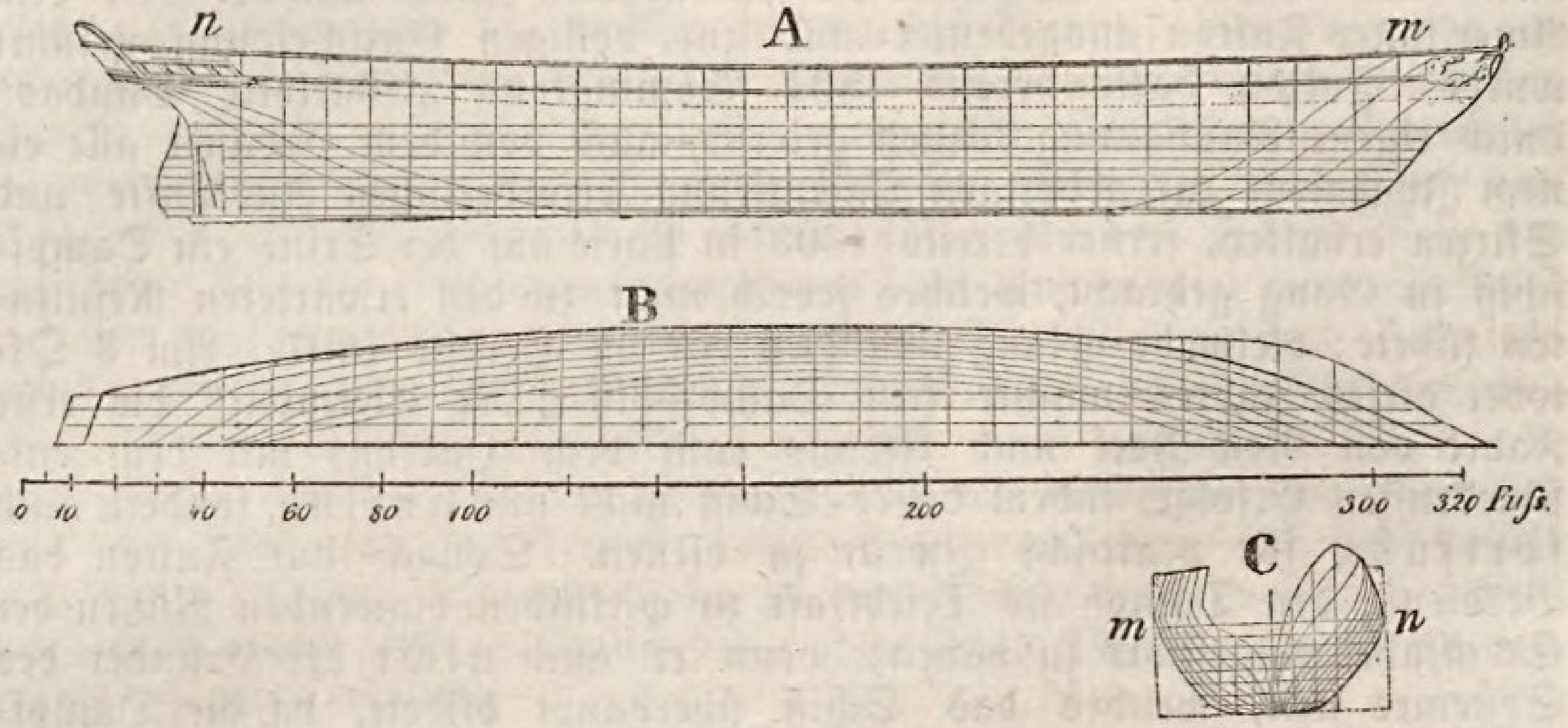
Die in jüngster Zeit gemachten Verbesserungen der Dampfschiffe beziehen sich fast alle auf Gewinn an Raum bei Verminderung des Gewichtes, und Herstellung von Triebmechanismen, welche, unter Mitwirkung zur Erreichung der eben gedachten Forderungen, ein Maximum von Arbeit bei einem Minimum von Brennmaterialaufwand und Reparatur herbeizuführen im Stande sind.

Im Nachstehenden wird hierüber berichtet und eine Uebersicht geboten werden, wie es Raum und Umstände hier gestatten.

Was zunächst die Form der Dampfschiffe anlangt, so geht es hier genau so wie mit den Segelschiffen, d. h. es sind bis jetzt alle Versuche gescheitert, dieselbe aus wissenschaftlichen Prinzipien herzuleiten. Indeß ist man durch die fast zahllosen im Schiffbaue gemachten Erfahrungen allmälig auf Formen gekommen, die sehr geringen Widerstand bei der Bewegung des Schiffes verursachen und dabei sowohl die erforderliche Stabilität, als auch zweckmäßige Räumlichkeit gewähren.

Um einen Begriff von der Form der besten gegenwärtigen Dampfschiffe zu geben, stellt Fig. 292 drei verschiedene Ansichten vom Schiffskörper des berühmten englischen Dampfschiffes Great-Britain dar, und zwar zeigt A die Längenansicht, B den Grundriß einer der beiden symmetrischen Hälften des Schiffes und C die Querprofile (Spantenschnitte),

292



wovon die linke Hälfte dem Vordertheile m, die rechte dem Hintertheile n entspricht. Dabei ist die Länge des Schiffes in eine entsprechende Anzahl Transversal- und Horizontalschnitte getheilt und die Begrenzungslinie aller dieser Schnitte gehörig gezeichnet, wodurch die Körpergestalt an möglichst vielen Stellen hervortritt.

Durch Vergleichung einer großen Anzahl von Dampfschiffen hat man ungefähr folgende Verhältnißzahlen erhalten, wobei die größte Breite als 1 angenommen ist:

	Flußschiffe.	Seeschiffe.
Länge des Schiffes	9 bis 13	5 bis 7
Tauchung des Schiffes	0,12 bis 0,18	0,30 bis 0,42.

Zur Vervollständigung dieser Angaben führen wir die Hauptdimensionen zweier der größten Seedampfschiffe in englischem und einiger der kleinsten Flußdampfschiffe (Weser- und Neckar-Schiffe) in hannoverschem Maße an:

Seedampfschiffe.	Länge	Breite	Tiefe	Tauchung	Ladungsfähigkeit	Maschinenpferdekraft
Great Britain (erbaut 1845.)	320 Fuß.	51 Fuß.	32½ F.	16 F.	3500 Tons.	500
Himalaya (erbaut 1853.)	340 „	46⅙ „	34¾ „	?	3550 „	700
Flußdampfschiffe.						
Hermann u. Germania (Weserschiff erbaut 1843)	149¾ „	11⅚ „	7 „	1⅔	16,000 Pfund	32
Gäche (Neckarschiff)	130 „	10 „	? „	1½	?	20

Das Material, woraus man Dampfschiffe baut, ist Holz und Eisen, indeß gibt man Letzterem, mit Ausnahme der Kriegsschiffe, immer mehr den Vorzug, da eiserne Schiffe Leichtigkeit und Dauer in ungewöhnlicher Weise mit einander verbinden. Unter sonst gleichen Umständen hat zuweilen die eiserne Schiffsschale nur halb so viel Gewicht, als wenn dieselbe aus Holz erbaut wird. Was die Widerstandsfähigkeit anlangt, so hat das erwähnte schöne eiserne Dampfschiff Great Britain eine ungewöhnliche Probe bestanden, indem es bekanntlich, durch Intrigue eines Kapitains auf eine Insel nahe bei Irland getrieben, dort über ein Jahr den heftigsten Stürmen und dem Wellenschlage ausgesetzt bleiben mußte, bevor man es wieder flott machen konnte, wobei die ungetheilte Ansicht war, daß ein aus Holz gebautes Schiff längst vorher zertrümmert worden wäre, während Great Britain seit 1852 wieder wie neu geboren den atlantischen Ozean zwischen Liverpool und New-York durchschifft.

Das Gerippe der eisernen Dampfschiffe besteht aus sogenanntem Winkel-

und T Eisen, während Wände und Böden aus darauf genietetem Eisenblech gebildet sind. Referent sah im Sommer des Jahres 1851 auf den renommirtesten Dampfschiffswerften von Mare und Comp. in Blackwall, Penn in Greenwich, Napier und Mac Gregor in Glasgow ꝛc. kaum ein einziges Dampfschiff im Baue begriffen, dessen Körper aus Holz gebildet war.

Die Dampfmaschinen der Schiffe sind ihrer Konstruktion nach so modifizirt, daß sie den möglich geringsten Raum bei dem kleinsten Gewichte einnehmen. Jeder Fuß Raum, um welchen Maschine und Kessel noch kleiner oder gedrängter gemacht werden können, ist eine Erhöhung der Rentabilität des Schiffes, oder doch mindestens ein Raumgewinn für einen größeren Kohlenvorrath.

Mit Ausnahme amerikanischer Fluß-Dampfschiffe bestimmt der Zwischenraum von dem Grundgebälke zum Oberdeck die Höhe der einzubauenden Maschine.

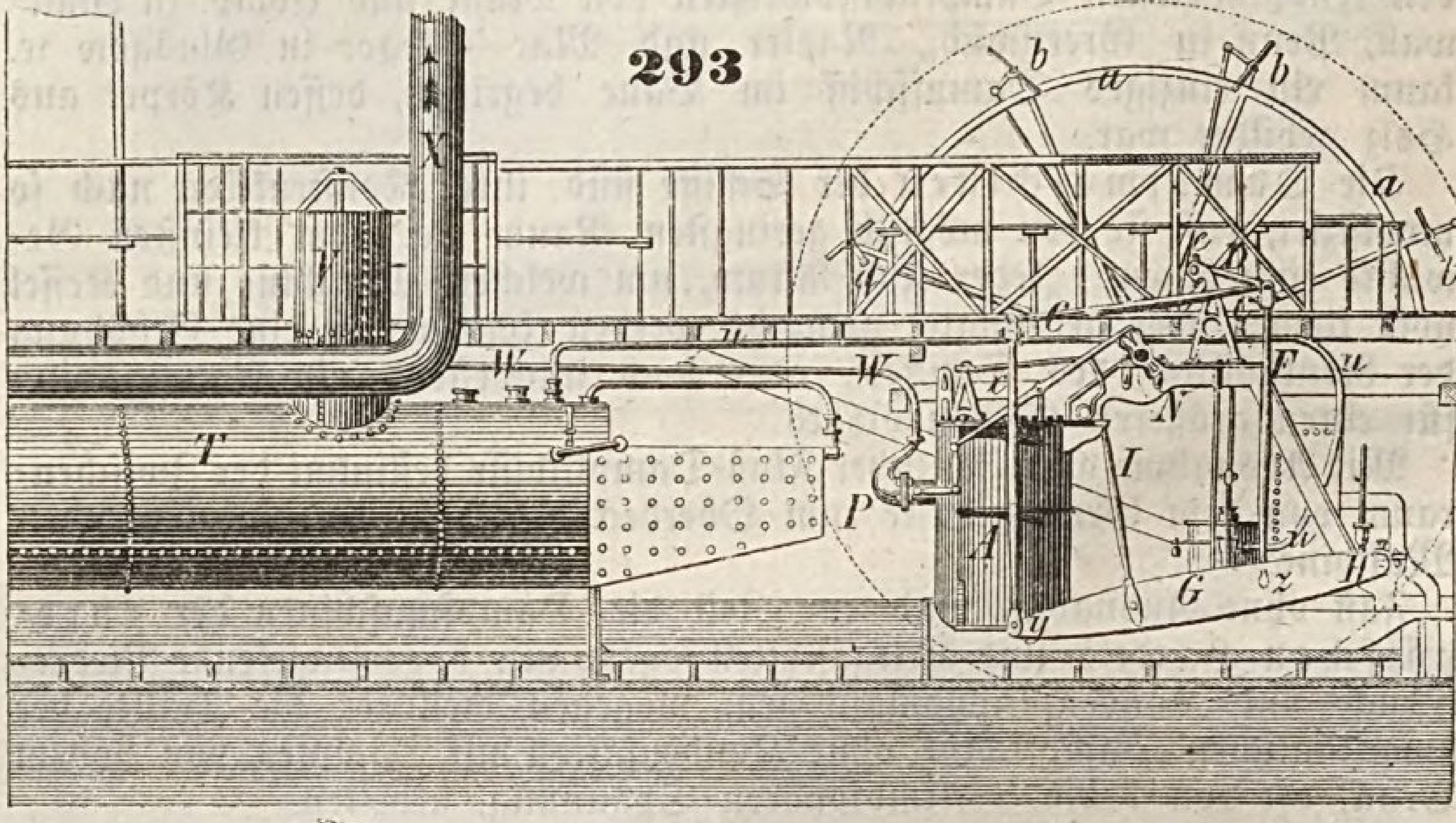
Fast ohne Ausnahme sind zur Zeit die Dampfmaschinen der europäischen Handels- und Kriegsflotten sogenannte doppeltwirkende Nieder-Druck- und Kondensationsmaschinen, wogegen vielleicht die Hälfte der amerikanischen Dampfschiffe ohne Kondensation mit Dämpfen von hohem Druck, oft von 7 bis 8 Atmosphären Spannung, arbeiten.

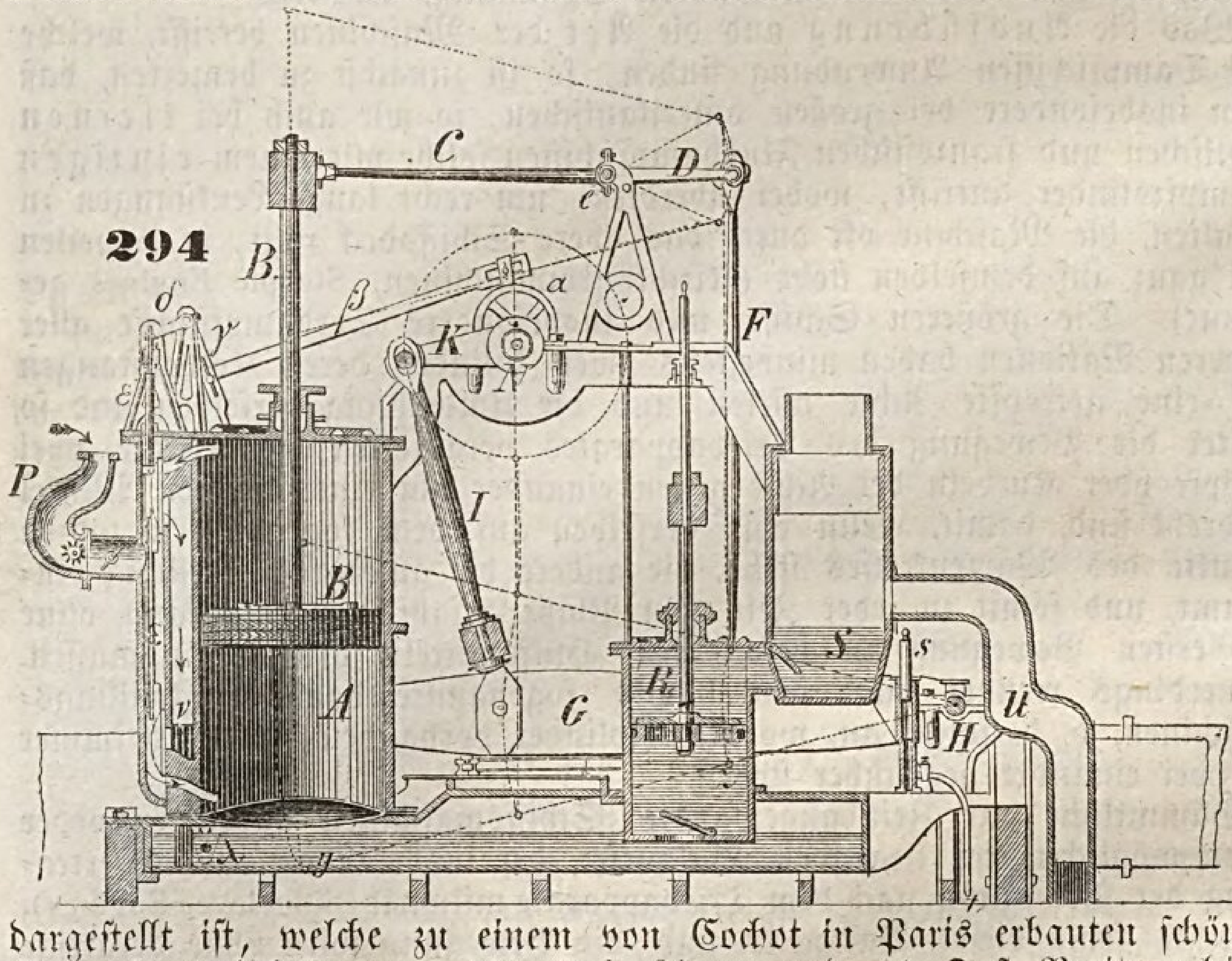
Was die Ausführung und die Art der Maschinen betrifft, welche auf Dampfschiffen Anwendung finden, so ist zunächst zu bemerken, daß man insbesondere bei großen amerikanischen, so wie auch bei kleinen englischen und französischen Flußdampfschiffen solche mit einem einzigen Dampfzylinder antrifft, wobei überdieß, um recht lange Lenkstangen zu erhalten, die Maschine oft durch das obere Schiffsdeck ragt, ja zuweilen fast ganz auf demselben steht (Kirchthurmmaschinen, Steeple Engines genannt). Die größeren Schiffe und insbesondere Seedampfschiffe aller anderen Nationen haben mindestens zwei Zylinder, deren Kolbenstangen auf eine gekröpfte Achse wirken und die Umdrehung derselben und so weiter die Bewegung des Triebapparates veranlassen, wobei die zwei Kröpfe oder Kurbeln der Achse gegen einander um einen rechten Winkel verdreht sind, damit, wenn eine derselben auf dem sogenannten todten Punkte des Warzenkreises steht, die andere die günstigste Stellung einnimmt, und somit zu jeder Zeit vom Platze gefahren werden kann, ohne zur ersten Bewegung zu besonderen Hülfsmitteln greifen zu müssen. Neuerdings wendet man sehr häufig sogenannte doppelte Zwillingsmaschinen, d. h. solche an, wo vier Zylinder vorhanden sind und immer zu zwei einander gegenüber stehen.

Sämmtliche zur Zeit angewandte Schiffsmaschinen haben entweder einen möglichst tief liegenden Balancier, der insbesondere zur Uebertragung der Bewegung nach dem Triebapparate mitwirkt (Side-lever Engines), oder es fehlt dieser Balancier und die Bewegung wird ohne derartige Zwischenmittel direkt auf die Triebwelle fortgepflanzt (Direct acting Engines).

Durch Maschinen letzterer Art (in Verbindung mit den später zu beschreibenden Röhrenkesseln) ist der Maschinenraum fast um ⅓ vermindert und das Totalgewicht der ganzen Maschinerie um fast noch mehr. Gewöhnlich rechnet man bei Balanciermaschinen (und Kessel mit ebenen Wänden) für jede Pferdekraft ein Maschinengewicht von 20 engl. Ctr., während bei den direkt wirkenden Maschinen dieß Gewicht kaum 12 engl. Ztr. per Pferdekraft erreicht. Nichts desto weniger haben die letzteren Maschinen den Nachtheil zu kurzer Lenkstangen, wodurch die Ungleichförmigkeit der Bewegung und die passiven Widerstände vermehrt werden, deßhalb auch mehr Oel und Talg zum Schmieren verbraucht wird.

Wir eröffnen die Beschreibung derartiger Maschinen und Kessel mit der Hinweisung auf Fig. 293 und 294; woselbst eine Balanciermaschine





dargestellt ist, welche zu einem von Cochot in Paris erbauten schönen Seine-Dampfschiffe von 100 Fuß Länge und 11 Fuß Breite gehört, einem Schiffe, welches sich durch geringe Tauchung und Schnelligkeit der Fahrten bisher rühmlich ausgezeichnet hat. Aus Fig. 293 erkennt man zugleich, daß der Triebapparat des Schiffes, welchen die Dampfmaschine bewegt, ein Ruderrad ist. Fig. 294 zeigt die Maschine im Durchschnitte und nach größerem Maßstabe als Fig. 293.

Dabei ist A der Dampfzylinder, B Kolben und Kolbenstange. Letztere ist am oberen Ende einerseits mit dem (des Raumes wegen, unten liegenden) Balancier G, andererseits mit einem Horizontalhebel C verbunden, der wieder mit einem Lenker D zusammenhängt, welcher in e seinen Drehpunkt hat. An D ist weiter eine niederwärts gehende Stange F befestigt, welche unterhalb mit dem Balancier G in Verbindung gebracht

ist, dessen Drehpunkt in H liegt. Diese ganze Anordnung bildet überhaupt mit Zuziehung der Stangen x (Fig. 293) ein Parallelogram x y z C, Fig. 293, wie bereits im Artikel Dampfmaschine beschrieben und wodurch eine möglichst genaue Geradführung der Kolbenstange erreicht wird. Bemerkt muß übrigens noch werden, daß zwei Balanciers wie G, zu beiden Seiten des Zylinders A liegend, vorhanden sind oder der vorhandene eine aus zwei Hälften besteht. Die gegliederte Lenkstange I, welche einerseits mit dem Balancier G, andererseits mit der Kurbel K vereinigt ist, pflanzt die schwingende Bewegung des Balanciers G fort und setzt sie in eine Drehbewegung durch die Kurbel K um, wodurch die Umdrehung der Ruderradwelle N bewirkt wird. Auf letztere ist überdieß ein Excentrikum α gesteckt, von welchem aus eine schwingende Bewegung durch eine Schubstange β nach Hebeln γ und δ fortgepflanzt und endlich dadurch eine auf- und abwärts gehende Bewegung der Dampfschieberstange ε hervorgebracht wird.

Die Wirkungsweise, Zulassung des Dampfes in den Zylinder A und Absperrung desselben in entsprechender Weise, geschieht hier genau so, wie im Artikel Dampfmaschine mehrfach vollständig beschrieben wurde, weßhalb hier nur noch angeführt werden mag, daß P das Rohr ist, welches den vom Kessel T kommenden frischen Dampf in den Steuerkasten der Maschine führt, während der Dampf, welcher seine Wirkung vollbracht hat, immer durch seitlich ausgehende Oeffnungen v nach dem Kondensator entweicht. Links unter dem Zylinderboden wird man überdieß den sogenannten Einspritzhahn λ bemerken, wodurch zur gehörigen Zeit der Kondensator mit kaltem Wasser versehen wird. Wie bei allen Kondensationsmaschinen findet sich auch hier eine Luftpumpe R, welche das kondensirte Wasser nach dem Raum S hebt, von wo aus es durch das Rohr U entweicht. Endlich ist s eine kleine Speisepumpe, wozu das Saugrohr t gehört. In Fig. 293 erkennt man das zum Kessel führende Speiserohr u.

Der erforderliche Dampf wird in zwei parallel neben einander liegenden Röhrenkesseln erzeugt, wie wir solche später beschreiben werden. Der gebildete Dampf geht aus einem Sammelbehälter V in der Röhre W nach P, und weiter, wie schon bemerkt, durch letztere in den Dampfzylinder A. Der abziehende Rauch nimmt seinen Weg durch das Rohr X in die freie Luft.

Den Treibapparat des Schiffes bildet ein Ruderrad (Schaufelrad) a mit Schaufeln b, welche letztere durch Lenkstangen c von einem die Triebwelle N lose umgebenden Exzentrikum, dessen Ring jedoch an der Schiffswand befestigt ist, derartig bewegt werden, daß sie bei der günstigsten Lage in das Wasser und aus demselben treten, und bei der Wirkung gegen das Wasser diesem doch eine möglichst große Fläche darbieten. Für Flußschiffe ist diese Anordnung recht zweckmäßig, für Seeschiffe jedoch zu komplizirt. Statt der zuletzt beschriebenen Ruderräder wendet man gegenwärtig für Seedampfschiffe mit entschiedenem Erfolge die sogenannte archimedische Schraube, oder recht eigentlich einen Apparat an, der die größte Aehnlichkeit mit einem Windrade hat, wobei die Flügelflächen doppelt gekrümmt sind. Diese Schraube befindet sich stets am Hintertheile des Schiffes. Auf Flüssen, wenigstens auf den europäischen, wird die Schraube niemals mit Nutzen anzuwenden sein; da ihr hier die nöthige Wassertiefe für ihre vollständige Wirkung fehlt. Bei Seeschiffen, die allein durch Dampf getrieben werden sollen, wo man also auf Unterstützung durch Wind und Segel wenig Werth legt, der Tiefgang des Schiffes nur gering ist, viel Takelwerk und hohe Masten vorhanden sind, welche bei Gegenwind die Fahrt sehr

aufhalten, wendet man vortheilhafter die Schaufelräder als Triebmechanismus an. Findet das Gegentheil von dem eben Gesagten Statt, so verdient die Schraube den Vorzug. Bei Kriegsschiffen liegt der Vorzug der Schraube, die ganz unter Wasser taucht und von den feindlichen Geschossen nur schwer oder gar nicht erreicht werden kann, zu klar vor Augen, als das er nicht ohne Weiteres eingeräumt werden sollte. Eben so benutzt man die Schraube mit Vortheil zur Unterstützung der Bewegung der großen Segel-Fregatten und Linienschiffe, was insbesondere bei Windstille von unberechenbarem Nutzen ist. Ganz besonders endlich ist die Schraube für lange Fahrten geeignet. Bei derartigen Reisen muß stets ein bedeutender Vorrath an Brennmaterial mitgenommen werden, wodurch das Schiff im Anfange der Reise ungewöhnlich belastet wird und die gewöhnlichen Schaufeln der Ruderräder so tief greifen, daß dadurch die Schnelligkeit der Maschine sehr beeinträchtigt wird. Vermindert sich am Ende der Reise das Quantum Brennmaterial bedeutend, so taucht auch das Schiff weniger tief, die Räder greifen nicht weit genug ins Wasser, finden dort nicht den nöthigen Halt, den die Maschinenkraft verlangt, und es tritt durch zu viel Hübe ein unnöthiger Verbrauch an Dampf ein.

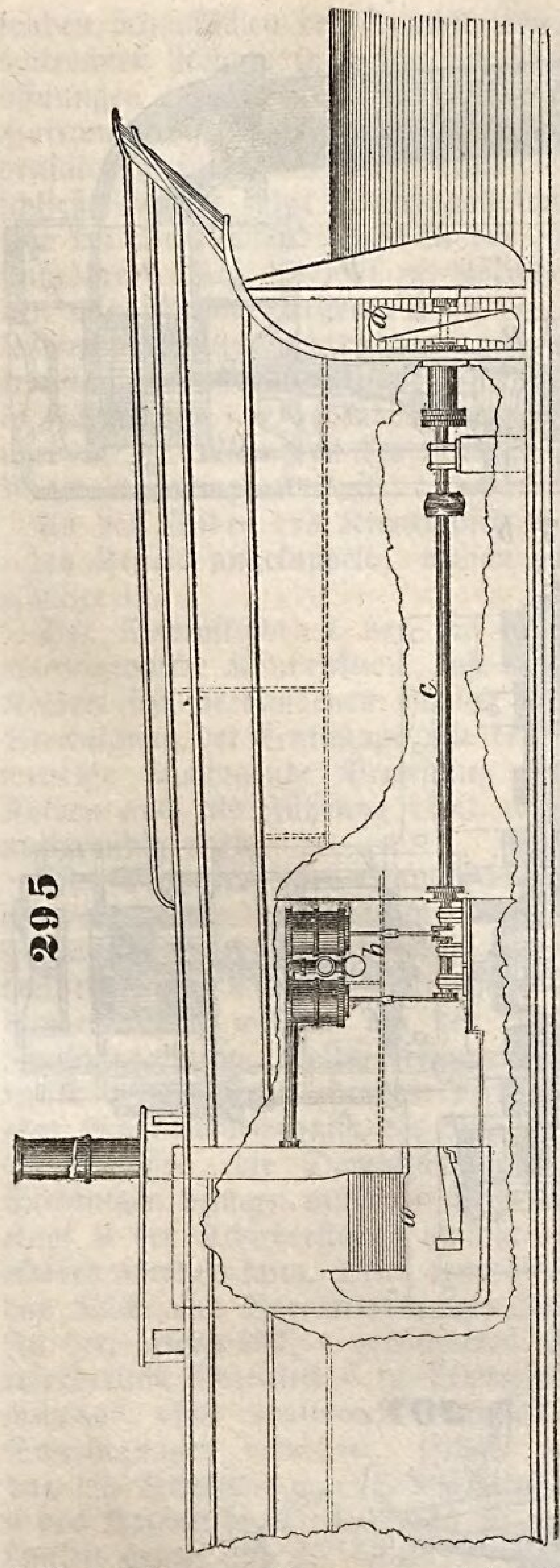
Wie bedeutend das bemerkte Gewicht an Brennmaterial bei transatlantischen Schiffen ist, wird beispielsweise daraus erhellen, wenn wir anführen, daß das bereits oben genannte neueste große englische, und zwar durch Schraube getriebene Dampfschiff, der Himalaya, für 400 Kajütenpassagiere bestimmt ist, Raum für 10,000 Ztr. Frachtgut, überdieß aber Raum für 24,000 Ztr. Kohlen hat.

Wir wenden uns nun zur Beschreibung verschiedener Anordnungen von Schraubenschiffen, und machen mit dem englischen Seedampfschiffe „Northman" den Anfang. Von den Abbildungen zeigt Fig. 295 einen Theil der Längenansicht, dabei die Seitenwände so weit weggedacht, daß Kessel a, Maschine b, Wellleitung c und Schraube d zur Kenntnißnahme ihrer Anordnung sichtbar sind. Fig. 296 stellt in ähnlicher Weise einen Theil des Schiffes im Grundrisse vor.

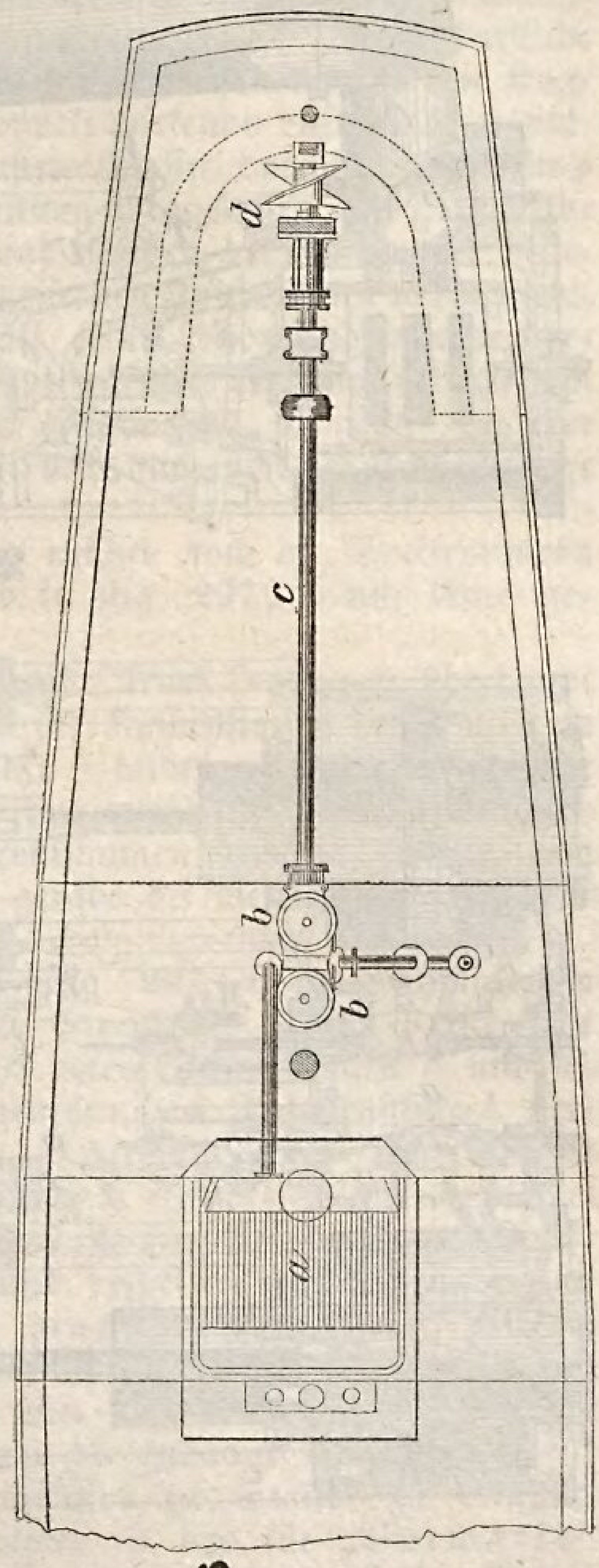
Dieses ganz aus Eisen gebaute Schiff fährt zwischen Leith (Edinburgh) und den Orkney-Inseln mit Passagieren, Gütern und Schlachtvieh.

Die Länge des Schiffes beträgt 100 Fuß, die größte Breite 22 Fuß. Die Dampfmaschine, von Caird und Comp. in Greenock erbaut, hat eine Kraft von 44 Pferden und ist eine so genannte direkt wirkende Schraubenmaschine (direct acting screw engine), d. h. zwischen Schraubenwelle und Kurbelachse ist kein Räderwerk zur Vermehrung der Umdrehungszahl angebracht. Die Maschine b hat zwei Zylinder, deren Kolbenstangen und Lenkstangen gegen zwei unter rechtem Winkel gestellte Kurbelaxen wirken, die unmittelbar an der Schraubenwelle c befestigt sind, weßhalb auch die Schraube ebenso viel Umdrehungen macht als die Kolben Doppelhübe. Der Durchmesser der Schraube beträgt 7½ Fuß englisch, ihre Steigung 9 Fuß, und sie ist überdieß zweigängig (hat zwei Blatt nach der Schiffersprache). Gewöhnlich macht die Schraube 77 bis 80 Umgänge per Minute und führt sodann das Schiff mit einer Geschwindigkeit von etwa 8—9 Knoten, d. h. per Stunde 8—9 Seemeilen.

Eine ebenfalls direkt wirkende Schraubendampfmaschine nach dem Systeme der berühmten Werkstatt von Penn in Greenwich, eine sogenannte Trunk Engine (s. den Artikel Dampfmaschine, Seite 482), stellen nebst einer vollständigen Abbildung der Schraube, die Fig. 297, a bis 297, e dar. Die Kraft der Maschine ist die von 100 Pferden. Es hat dieselbe zwei horizontal liegende Zylinder, von denen die Bewegung direkt auf die Schraubenachse $\alpha\,\beta$, in der Mittelebene des Schiffes liegend, mit-



295

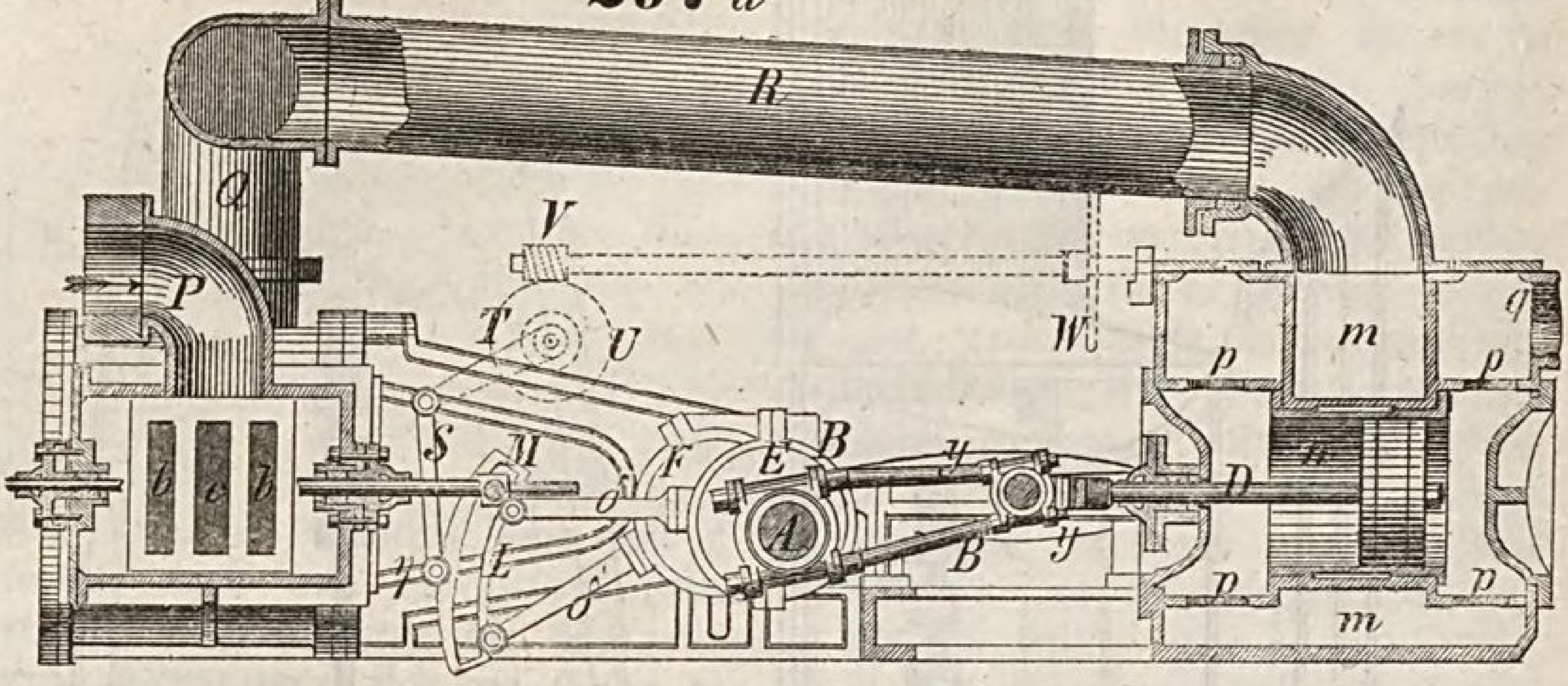


296

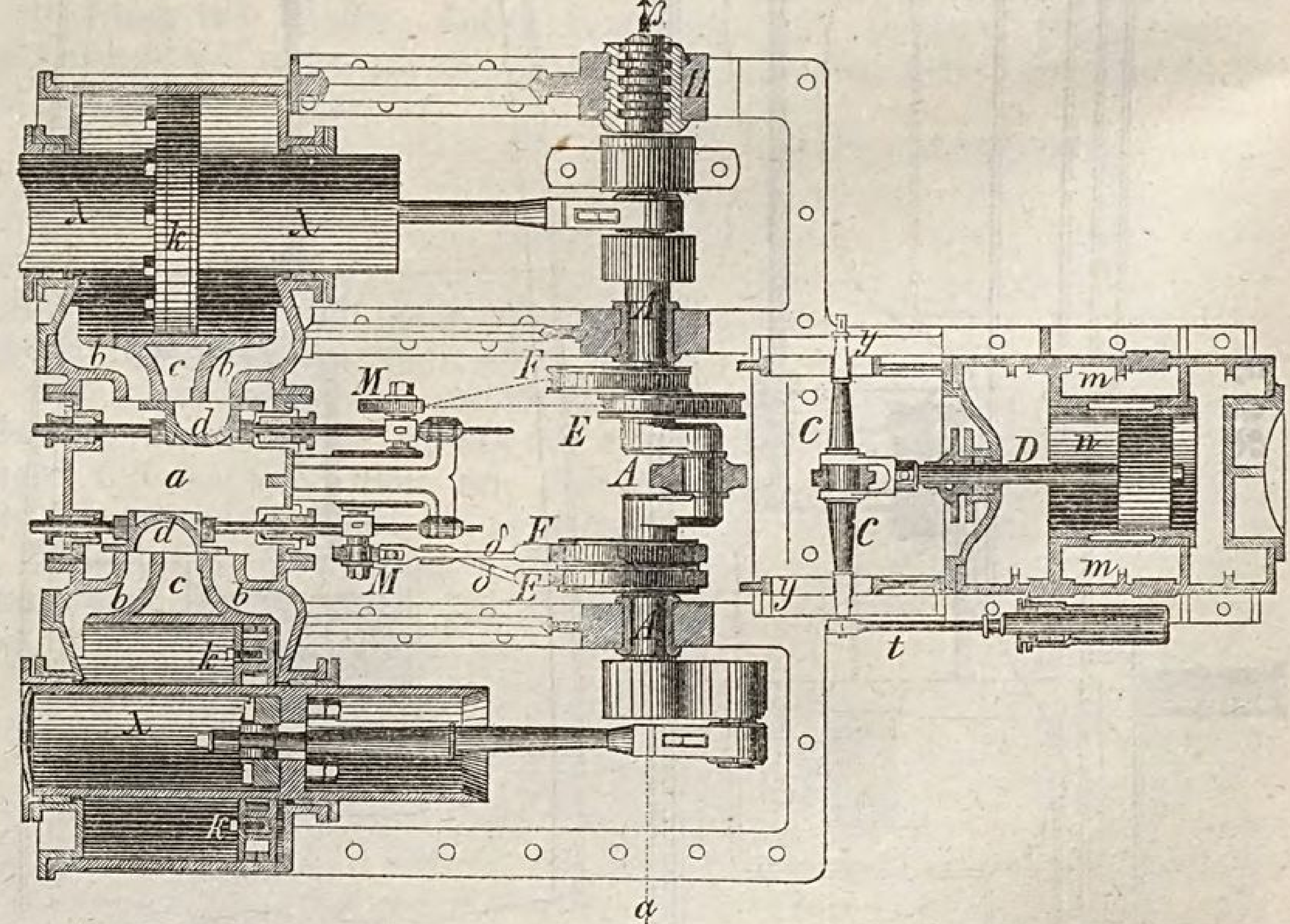
telst Lenkstangen übertragen wird. Sie besitzt eine höchst einfache Steuerung zum Rückwärts- und Vorwärts-Fahren und führt den Namen „Trunk engine“ wegen der eigenthümlichen Verbindung der Lenkstange mit dem ringförmigen Kolben der Maschine, wie insbesondere aus der Durchschnittsfigur 297, c deutlich wird. Der vom Kessel kommende Dampf gelangt durch das Rohr P in den gemeinschaftlichen Schieberraum a (Fig. 297, b) beider Dampfzylinder. Die Kanäle b gehen in das Innere des Dampfzylinders, während c die zum Kondensator führende Oeffnung ist. Was bei der in Fig. 297, b gezeichneten Stellung der Dampfschieber d geschieht, ist ohne Weiteres erklärbar.

Nachdem der Dampf gegen die, namentlich in Fig. 297, c hervortre-

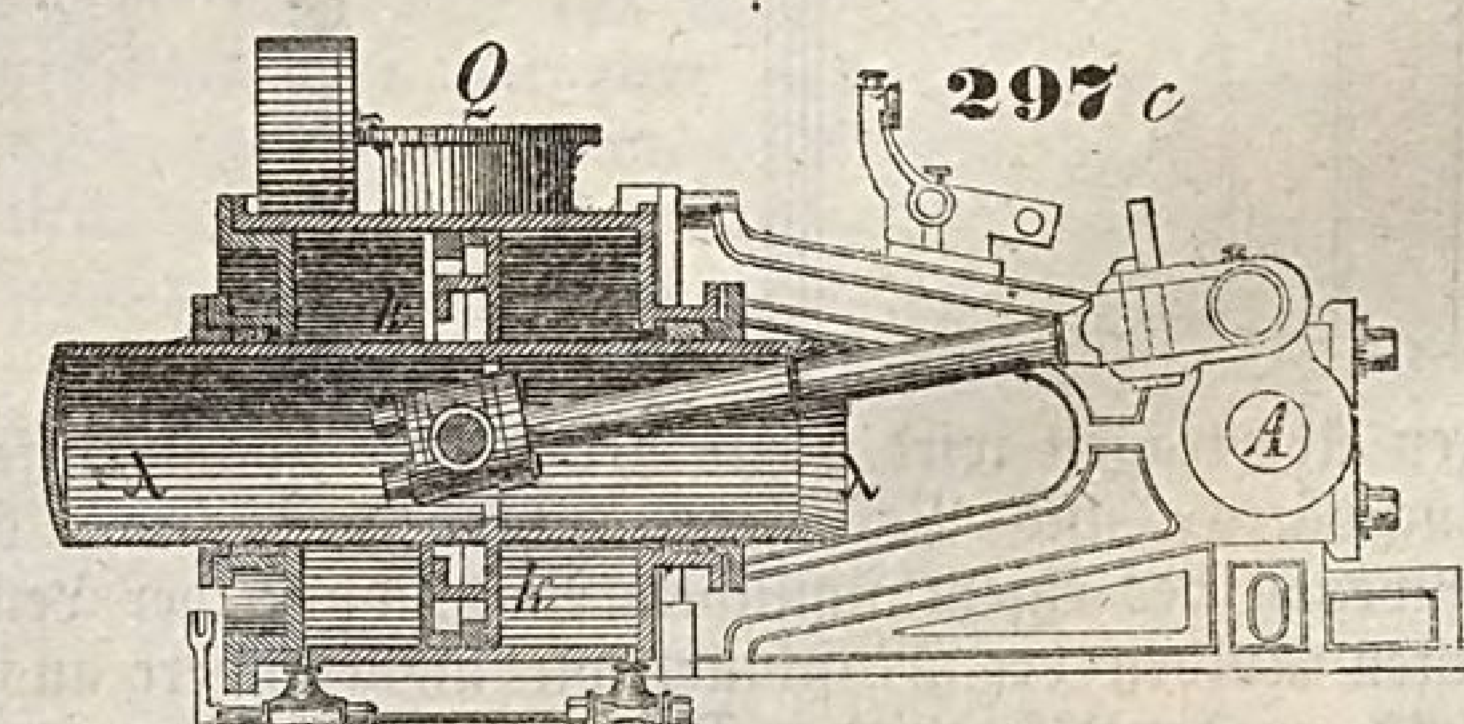
297 a



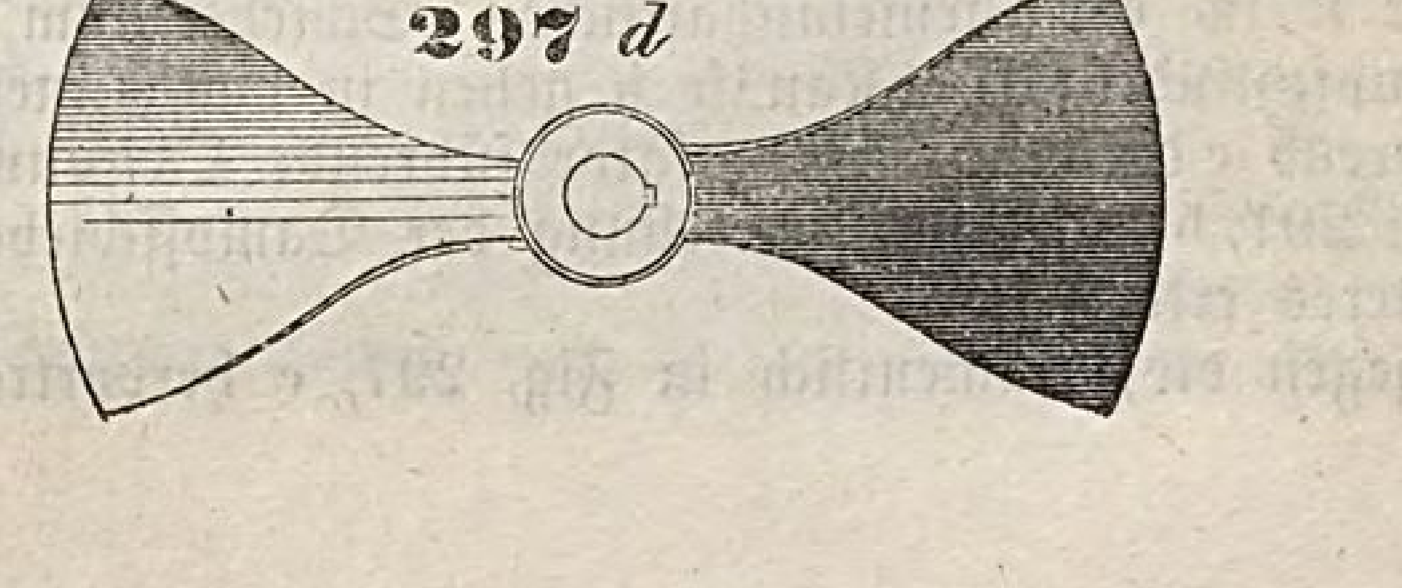
297 b



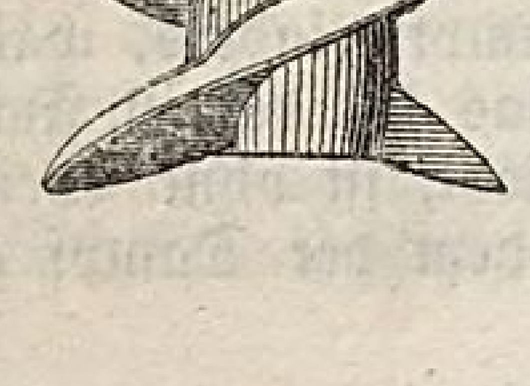
297 c



297 d



297 e



tenden Ringflächen der Dampfkolben k gewirkt hat, tritt derselbe in die senkrechten Röhren Q, welche sich über der Fortsetzung jeder der Ausflußöffnungen c befinden. Diese Röhren Q münden in die gemeinschaftliche Horizontalröhre R, Fig. 297, a, welche letztere den Dampf in den Kondensator m führt, der fast überall die doppelt wirkende Luftpumpe n umschließt. Letztere führt endlich das kondensirte Wasser durch vier Ventile p (die der Deutlichkeit wegen in der Zeichnung weggelassen sind), der Abflußröhre q (Fig. 297, a) zu. Zylinder und Kolben der Luftpumpe bestehen aus Messing; ersterer ist in den gußeisernen Kondensator m eingesetzt, letzterer hat eine Hanfdichtung und erhält seine Bewegung von der gekröpften Hauptwelle, von der eine kräftig konstruirte Lenkstange B zu dem in Führungen y y gehenden Kreuzkopf C (Figur 297, b) geht. Letzterer wird in der Mitte von der Lenkstange B. und auch von der Kolbenstange D der Luftpumpe umfaßt.

An den Enden des Kreuzkopfes C sind endlich noch die Speisepumpen t des Kessels angekuppelt, wovon jedoch in Fig. 297, b nur Eine gezeichnet ist.

Der Dampfkolben k hat die bei Penn's „Trunk engines“ überhaupt eigenthümliche Konstruktion, daß nämlich die Kolbenstange einen mit dem Kolben fest verbundenen hohlen Zylinder λ bildet, welcher die direkte Vereinigung der Lenkstange mit dem Kolben ersetzt und dennoch die nothwendige schwingende Bewegung der Lenkstangen zuläßt; endlich dem Kolben auch als Führung dient, welche gerade bei dieser Anordnung sehr nothwendig wird.

Die Bewegung der Dampfschieber d (Fig. 297, b) wird ähnlich wie bei den meisten Lokomotiven durch zwei Exzentriks E und F für jede Maschine hervorgebracht (Fig. 297, a), deren Schubstangen δ und δ' (respektive für E und F) mit einem bogenförmigen Rahmenstücke L verbunden sind, welches um den Bolzen η wie um einen festen Punkt schwingen kann. Beide Exzentriks E und F sind (ziemlich) um zwei rechte Winkel gegen einander verdreht, weil sie für die Zwecke der Rück- oder Vorwärtsbewegung der Maschine und respektive der Schraube und des Schiffes, die Dampfschieber d in genau entgegengesetzte extreme Stellungen bringen müssen. Das Rahmenstück L, welches überdieß den Kopf M der Schieberstange umfaßt und über denselben hin und her geschoben werden kann, dient ganz besonders die gedachte Umsteuerung für das Rück- und Vorwärtsbewegen des Schiffes zu Stande zu bringen. In der, Figur 297, a gezeichneten Stellung ist das für „Vorwärts“ erforderliche Exzentrik E in Thätigkeit, wogegen das zweite F für „Rückwärts“ ohne weitere Wirksamkeit mit dem Bügel L zugleich seine Schwingungen verrichtet. Erhebt man dagegen den Bügel L derartig, daß die Schubstange δ' des Exzentriks F die gezeichnete Lage der Stange δ des Exzentriks E einnimmt, so ist das letztere Exzentrik außer Wirksamkeit gesetzt und die Maschine zum Rückwärtsfahren eingestellt. Erhebt man endlich den Bügel L nur so weit, daß η und M in eine gerade Linie zu liegen kommen, so ist dem Dampfschieber jede Bewegung genommen, und es kann in den Dampfzylinder weder Dampf ein- noch austreten, d. h. die Maschine ist in den Ruhestand versetzt. Die gedachte und nothwendige Auf- und Abwärtsstellung des Bogenstückes L geschieht einfach auf folgende Weise.

Die Warze η an L ist mit einer Hängeschiene S und diese wieder mit einem Arme T verbunden, der mit einem Schraubenrade U gemeinschaftlich auf einerlei Welle festgekeilt ist. In das Rad U greift eine Schraube V, die durch ein Handrad W umgedreht wird, wonach überhaupt L gehoben oder gesenkt werden kann.

Die in Fig. 297, d und 297, e dargestellte Schraube ist direkt auf die Welle A gekeilt, welche Welle eine Länge von 30 Fuß hat. Der Durchmesser der Schraube beträgt 7 Fuß, ihre Steigung 11 Fuß, und per Minute macht dieselbe 120 (?) Umdrehungen.

Der bedeutende Druck, den die Welle A in ihrer Längenrichtung von der Schraube erfährt, wird dadurch unschädlich gemacht, daß der in einem besonderen Lager ruhende Hals H (bei β Fig. 297, b) mit mehreren festen Ringen versehen ist, die leicht in guter Oelung erhalten werden können und ein Verschieben der Hauptwelle unmöglich machen.

Die zweite Gattung von Dampfschiffsanordnungen für den Zweck der Schraubenbewegung ist die, wo die Geschwindigkeit der Dampfmaschine eine geringe, die größere der Schraubenwelle aber durch Zwischenräder (Vorgelege) bewirkt ist (Geared screw engines). Gewöhnlich läßt man die Schraube 72—75 Umgänge pr. Minute machen, und ordnet ein Radvorgelege von 1:3 an, so daß die Dampfmaschine 24 bis 25 Doppelhübe pr. Minute zu machen hat. Für den mechanischen Effekt der ganzen Maschinerie ist diese Anordnung jedenfalls der ersteren vorzuziehen, indeß wird der Vorzug zum größten Theil durch vermehrte Reibung und die größere Möglichkeit vorkommender Zahnbrüche wieder aufgehoben. Zur Zeit ist die völlige Entscheidung dieser Frage, vom Standpunkte der Erfahrung aus, noch als ungeschehen zu betrachten, weßhalb auch die renommirtesten Schiffsbauer bald die eine bald die andere Gattung in Anwendung bringen.

In den Fig. 298 und 299 ist eine Maschine mit Rad-Vorgelege abgebildet, und zwar gehört dieselbe zu dem wieder neu ausgerüsteten und bereits mehrfach erwähnten großen Schraubendampfschiffe Great Britain. Die Werkstatt, welche diese aus zwei oszillirenden Zylindern A, A′ bestehende Maschine lieferte, ist ebenfalls die rühmlichst bekannte von Penn in Greenwich.

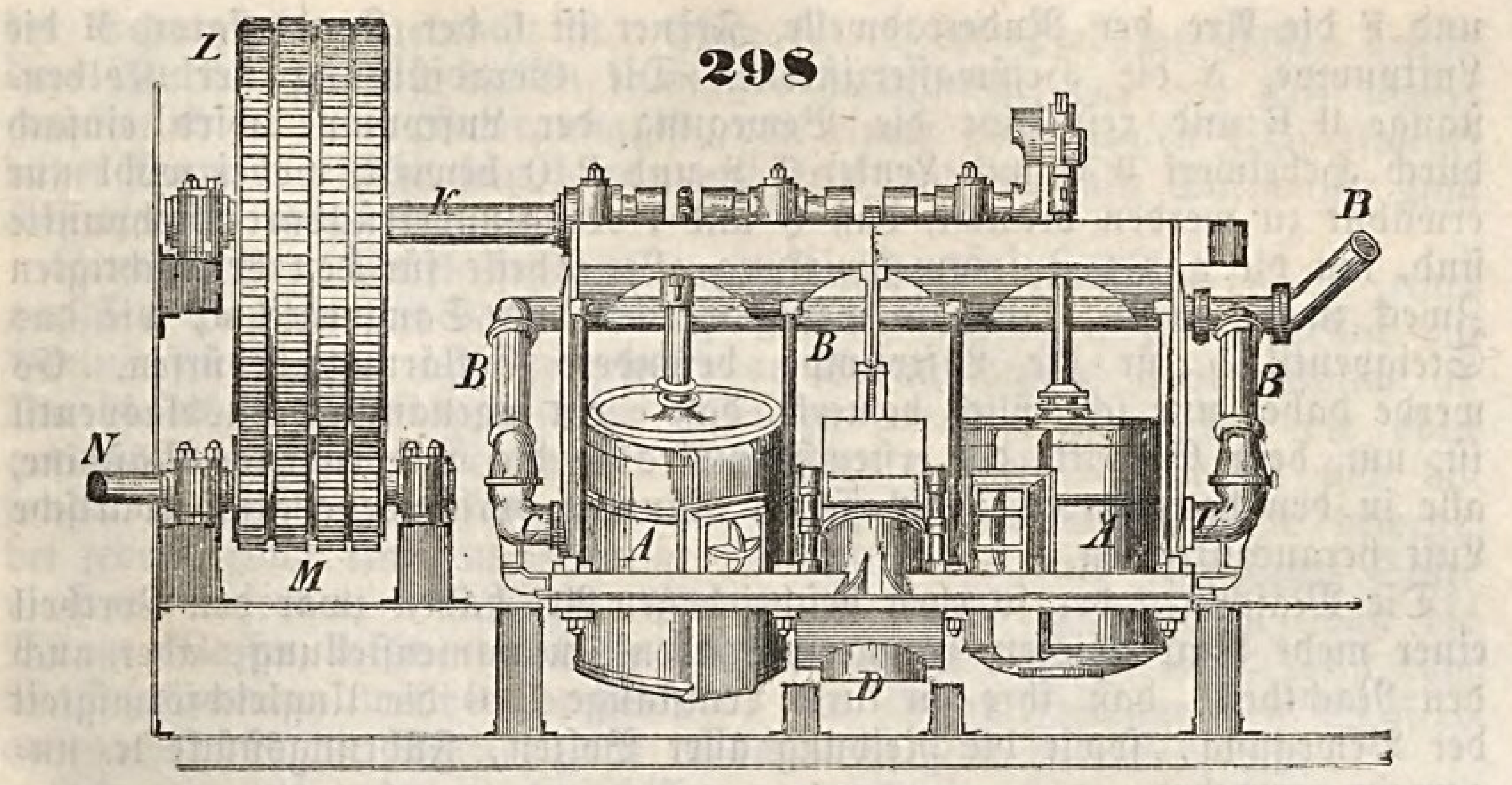
Der frische vom Kessel kommende Dampf wird den Dampfzylindern durch die Röhren B zugeführt, welche in der Fortsetzung zugleich die hohlen Drehaxen C, C′ der Zylinder bilden. Der Dampf wird nach vollbrachter Wirkung kondensirt und von den zwei vorhandenen, schief stehenden Luftpumpen D nach den Warmwasserzisternen E, und endlich weiter durch die Röhren F nach außen getrieben.

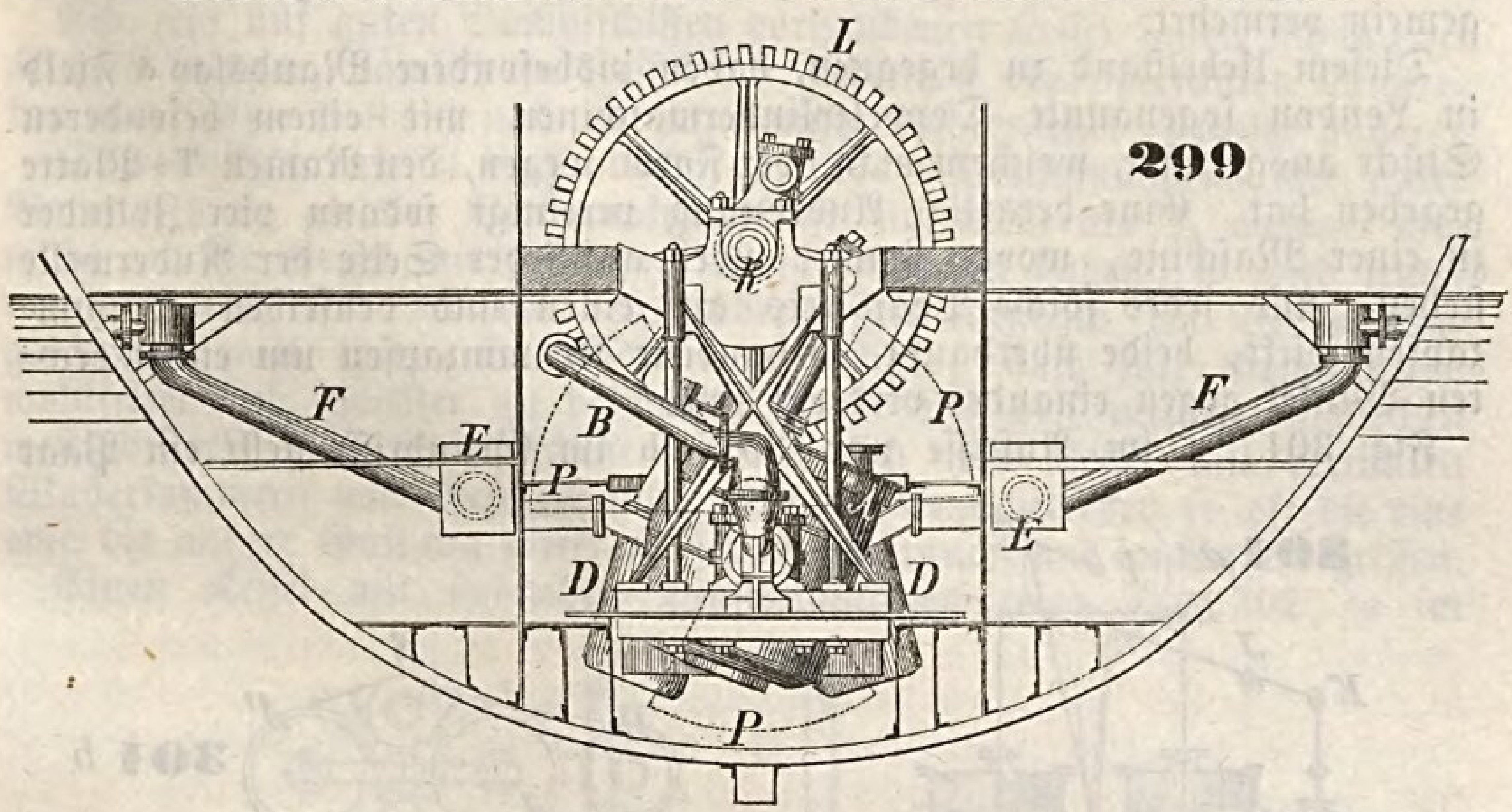
Auf die Krummzapfenwelle K sind neben einander vier starke Stirnräder L gekeilt, und diese greifen in vier Getriebe M, welche auf der Schraubenwelle N festsitzen. Das Uebersetzungs- oder Durchmesser-Verhältniß der Räder ist L : M = 3 : 1. Am Ende von der Welle N ist die dreiblättrige Schraube P befestigt, deren Form man in Fig. 299 mit punktirten Linien angegeben sieht.

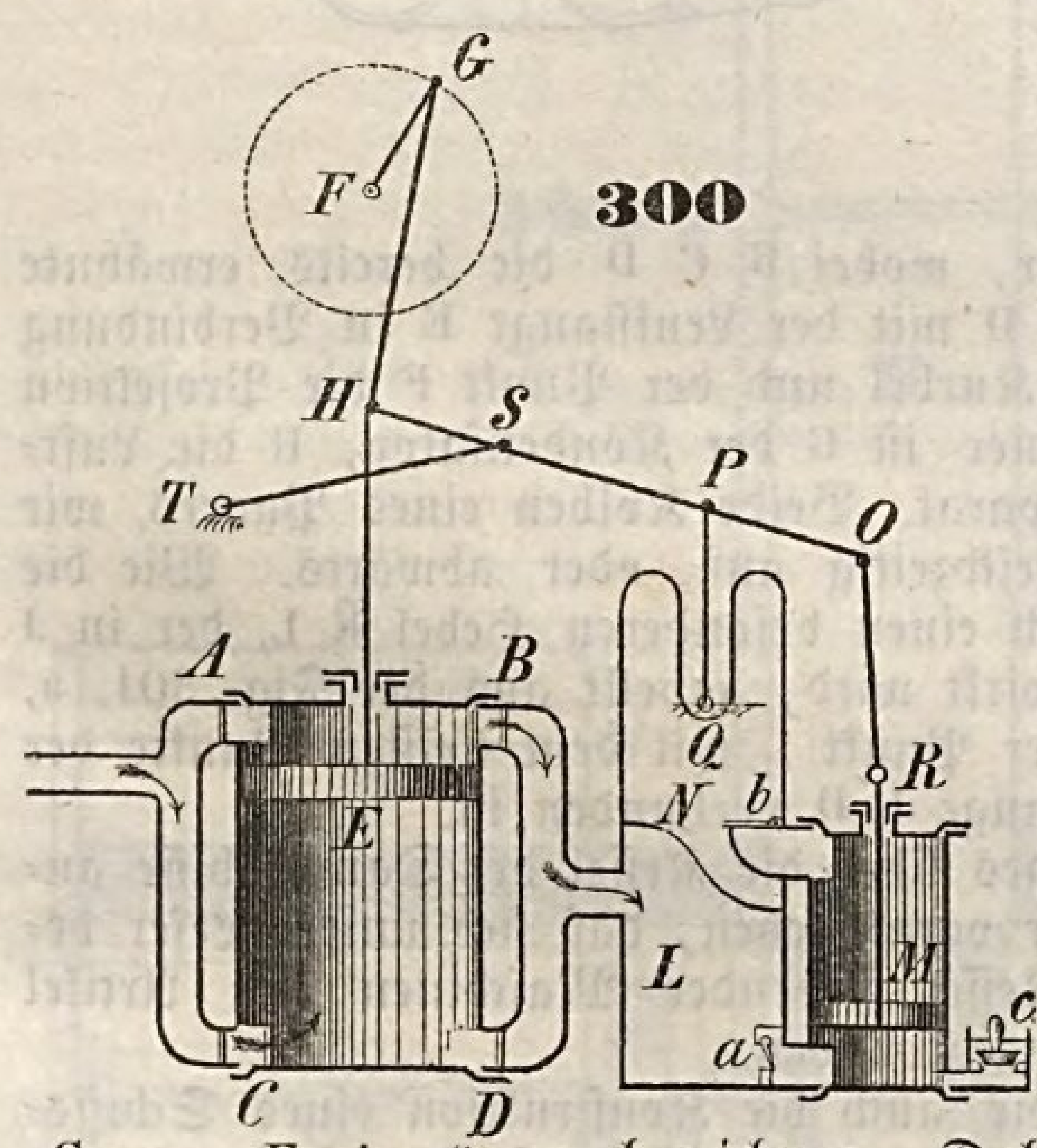
Die Gesammtkraft dieser beiden Maschinen beträgt 500 Pferde. Jeder Zylinder hat 82½ Zoll Durchmesser und 6 Fuß Hub. Der Durchmesser der Schraube ist 15½ Fuß, ihre Steigung 19 Fuß, Länge 3 Fuß 2 Zoll, und die Zahl ihrer Umdrehungen pr. Minute 72. Mit voller Ladung, d. h. bei 3500 Tons Belastung, soll die Geschwindigkeit der Bewegung noch 10 Knoten (d. i. 10 Seemeilen in der Stunde) betragen.

Obwohl die bis jetzt beschriebenen Schiffsmaschinen eine ziemliche Einsicht in die beiden Hauptgattungen mit und ohne Balancier (side-lever engines und direct acting engines) gewähren dürften, so reichen sie doch noch nicht ganz zu einer vollständigen Uebersicht hin, und müssen mindestens, selbst den Zweck des gegenwärtigen Aufsatzes im Auge habend, noch durch nachstehende Auseinandersetzungen und Abbildungen vervollständigt werden.

Der ursprüngliche Grundcharakter aller direkt wirkenden Schiffsdampf-







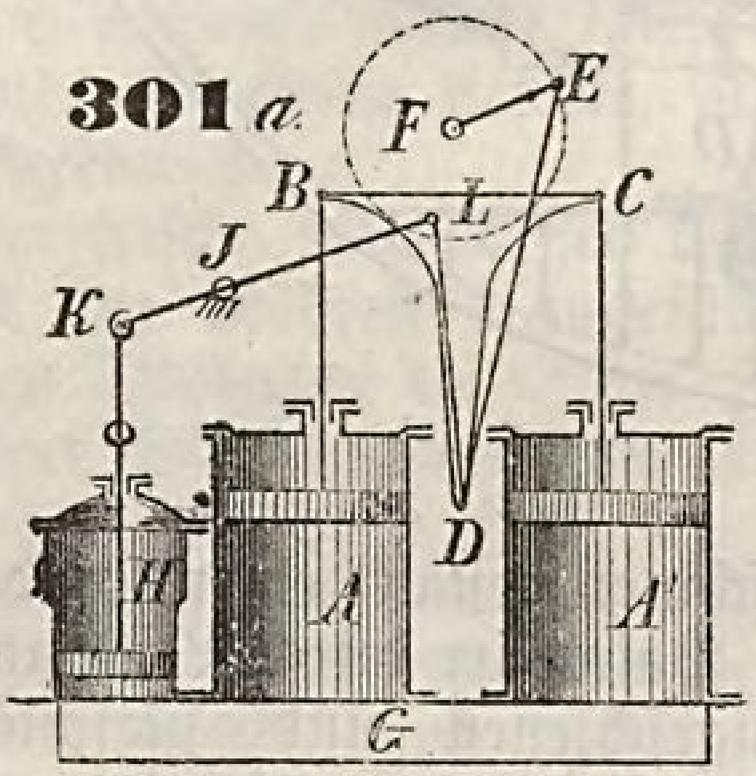
maschinen bestand eigentlich darin, den Balancier durch Lenkstangen, Hängeschienen und verschiedene kurze Hebel zu ersetzen. Eine Menge Fluß- und Seedampfschiffe der Gegenwart haben noch derartige Maschinen aufzuweisen, weßhalb wir gleichsam als Vorbild dieser Gattung noch in Figur 300 eine Anordnung abgebildet haben, welche zuerst auf den englischen Kriegsdampfschiffen Gorgon (310 Pferdekraft) und Cyclops (320 Pferdekraft), beide mit **Ruderrädern** versehen, angewandt wurde und deßhalb Veranlassung geworden ist, ähnliche Konstruktionen mit dem Namen „Gorgon Engines" zu bezeichnen. Dabei stellt A B C D den Dampfzylinder dar mit den Dampf-Eintritts- und Auslaß-Schiebern, E den Kolben, E H die Kolben-, H G die Lenkstange, F G die Kurbel

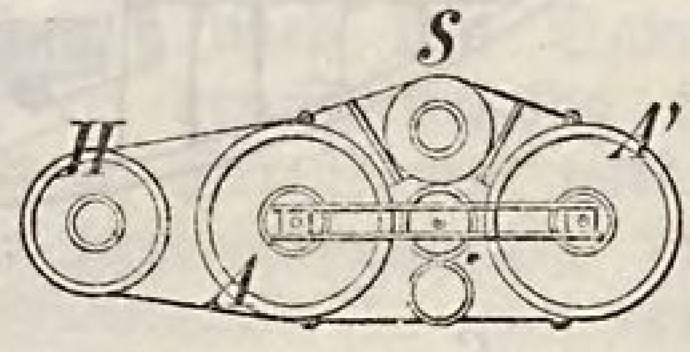
und F die Axe der Ruderradwelle. Ferner ist L der Kondensator, M die Luftpumpe, N die Heißwasserzisterne. Die Gerabführung der Kolbenstange H E und respektive die Bewegung der Luftpumpe wird einfach durch Hebelwerk H O und Lenker T S und P Q bewirkt, wobei wohl nur erwähnt zu werden braucht, daß Q und T völlig unverrückbare Drehpunkte sind, um die ganze Zusammenwirkung aller Theile für den beabsichtigten Zweck zu verstehen. Eben so wenig werden das Saugventil a, wie das Steigventil b für die Luftpumpe besondere Erklärung bedürfen. Es werde daher nur schließlich bemerkt, daß c ein sogenanntes Ausblasventil ist, um, beim Eintritte des ersten Dampfes in die noch ruhende Maschine, alle in den betreffenden geschlossenen Räumen vorhandene atmosphärische Luft herauszutreiben.

Die Maschinen der so eben beschriebenen Art haben zwar den Vortheil einer mehr kompendiösen, raumersparenden Zusammenstellung, aber auch den Nachtheil, daß ihre zu kurze Lenkstange H G die Ungleichförmigkeit der Bewegung, sowie die Reibung aller Bolzen, Führungsstücke ꝛc. ungemein vermehrt.

Diesem Uebelstand zu begegnen, haben insbesondere Maudslay & Field in London sogenannte Doppelzylindermaschinen mit einem besonderen Stücke ausgerüstet, welchem man, der Form wegen, den Namen T-Platte gegeben hat. Eine derartige Anordnung vereinigt sodann vier Zylinder zu einer Maschine, wovon immer zwei auf jeder Seite der Ruderwelle stehen, und jedes solche Paar stets auf einen und denselben Krummzapfen wirkt, beide überhaupt vorhandene Krummzapfen um einen rechten Winkel gegen einander verdreht sind.

Fig. 301, a im Aufrisse und 301, b im Grundrisse stellt ein Paar





301 b

derartige Zylinder A und A′ dar, wobei B C D die bereits erwähnte T-Platte ist, deren unteres Ende D mit der Lenkstange E in Verbindung steht, während E F wieder die Kurbel und der Punkt F die Projektion der Ruderradaxe bezeichnet. Ferner ist G der Kondensator, H die Luftpumpe und J der Dampfsteuerapparat. Beide Kolben eines Paares, wie das in unserer Figur, gehen gleichzeitig auf- oder abwärts. Wie die Bewegung der Luftpumpe H durch einen besonderen Hebel K L, der in J seinen festen Drehpunkt hat, bewirkt wird, erhellt aus der Fig. 301, a, sobald man nur beachtet, daß der Punkt L mit dem tiefsten Punkte der T-Platte durch eine zweite Lenkstange L D verbunden ist.

Noch ist jetzt erforderlich, Einiges über die Kessel der Dampfschiffe anzuführen, wobei wir jedoch wieder voraussetzen, daß sich unsere Leser bereits mit den Angaben über Kessel stehender Maschinen (im Artikel Dampfmaschine) bekannt gemacht haben.

Zuerst werde bemerkt, daß, wie auch die Konstruktion eines Schiffsdampfkessels immer beschaffen sein mag, in jedem Falle erfordert wird, daß das Feuer und der heiße Dampf in demselben überall vom Wasser umgeben wird, mit Ausnahme der Feuerthürstelle und des Ortes, woselbst

der Schornstein angebracht ist. Eben so ist bei Seedampfschiffen besondere Rücksicht auf die beiden Umstände zu nehmen, daß das Kesselwasser gewöhnlich in steter Bewegung ist, von einem horizontalen Wasserspiegel daher kaum die Rede sein kann, und kein anderes als Salzwasser zum Kesselspeisen vorhanden ist.

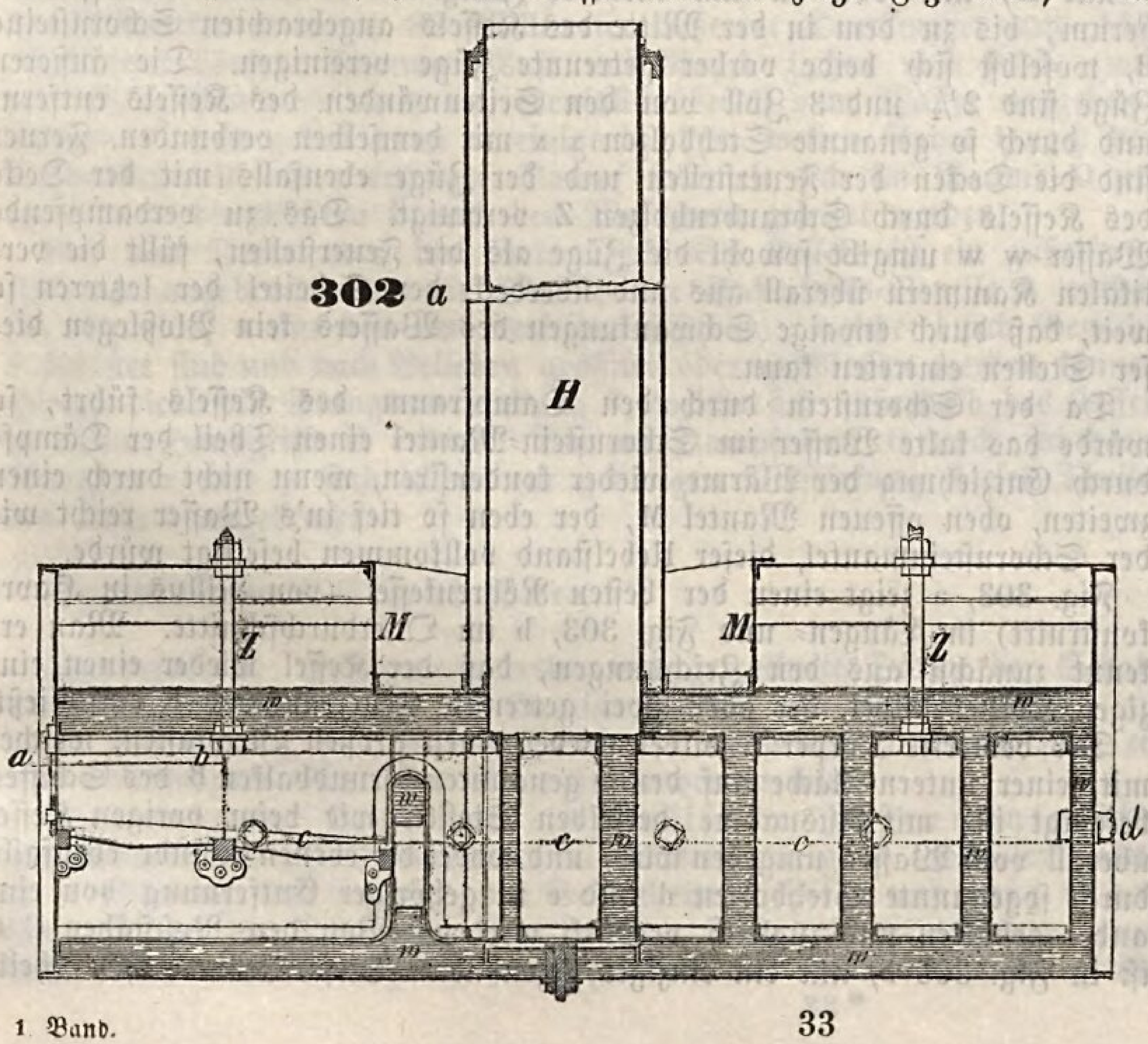
Dem letzteren Uebel begegnet man durch öfteres Ausblasen einer gewissen Portion des bald gesättigten Salzwassers, wodurch freilich ein Verlust an Dampf und folgeweise an Brennmaterial unvermeidlich ist. Um diesen zu beseitigen (oder besser zu vermindern) haben die oben gedachten englischen Mechaniker Maudslay & Field ihre Kessel mit besonderen Pumpen versehen, welche durch die Dampfmaschine bewegt, bei jedem Hube eine entsprechende Quantität des bald gesättigten Salzwassers entfernen. Gedachte Pumpe ist dabei so bemessen, daß die Menge Wasser, welche durch sie aus dem Kessel entfernt wird, nebst dem Wasserquantum, welches verdampft, die Gesammtmenge des Wassers ausmacht, das die Speisepumpe in derselben Zeit zu liefern hat.

Alle jetzt auf guten Dampfschiffen vorhandenen Kessel lassen sich in zwei Klassen bringen, nämlich in Kessel mit stehenden oder vertikalen Wasserkammern (Flue Boilers) und in sogenannte Röhrenkessel (Tubular Boilers).

Obwohl Röhrenkessel hinsichtlich schnellen Dampfmachens und unter Voraussetzung gleicher Verdampfungskraft, um mehr als ⅓ weniger Gewicht als die Kessel mit stehenden Wasserkammern haben, so wird letzteren doch noch sehr oft vor den Röhrenkesseln deßhalb der Vorzug eingeräumt, weil ihre erste Anschaffung billiger, auch ihre Reparaturen wohlfeiler und schneller zu beschaffen sind. Bei den meisten englischen westindischen Post-Dampfschiffen finden sich nur Kessel mit vertikalen Wasserkammern vor. Referent sah (1851) in England eben so oft die eine wie die andere Gattung dieser Kessel im Gebrauche und im Baue begriffen.

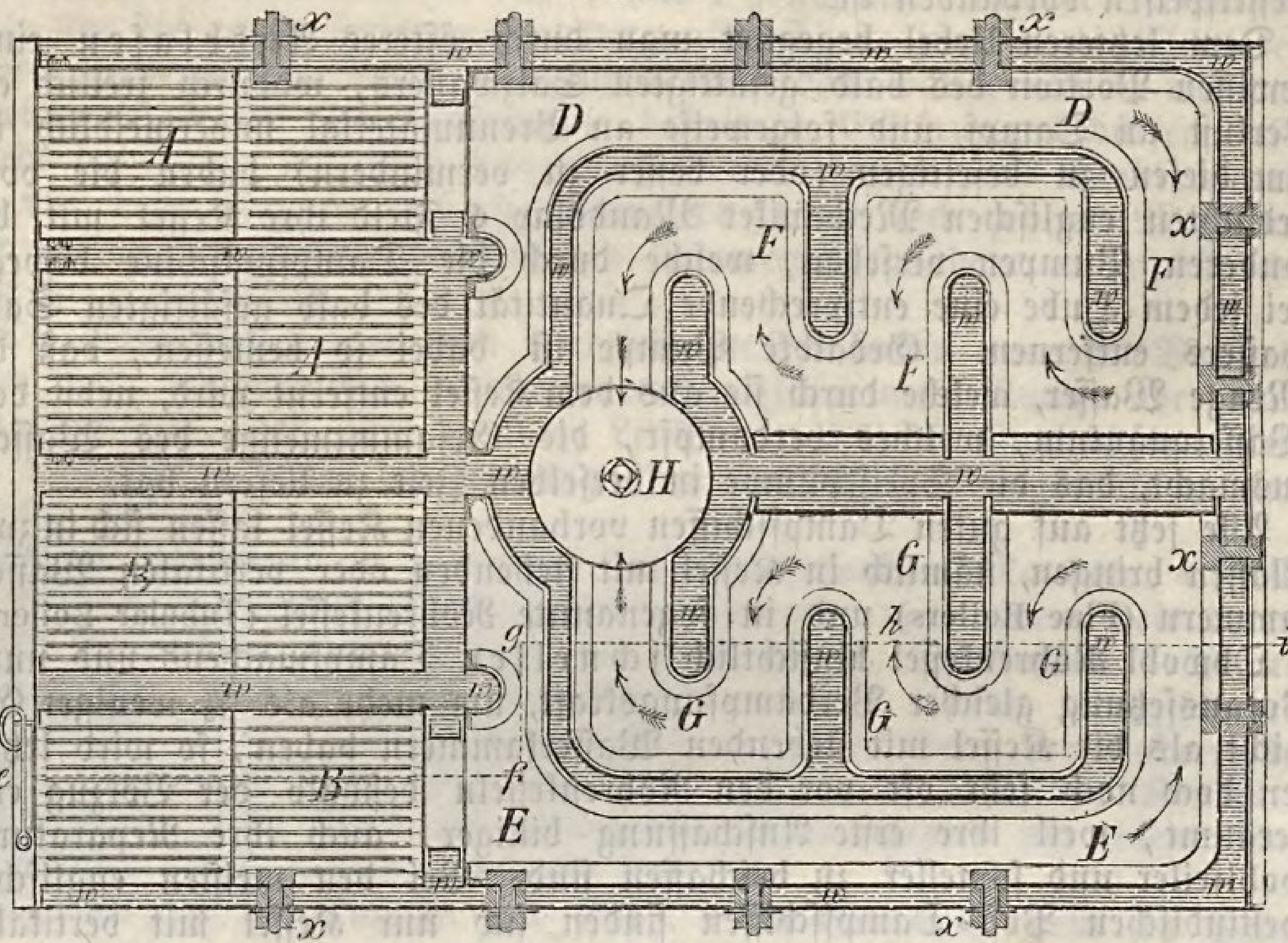
Einen Kessel mit stehenden Wasserkammern zeigt Fig. 302, a im

302 *a*



Längendurchschnitte nach der gebrochenen Linie e, f, g, h, i, von Fig. 302, b, sowie Fig. 302, b selbst den Horizontaldurchschnitt, nach der Linie a, b, c, d von Fig. 302, a genommen.

302 b



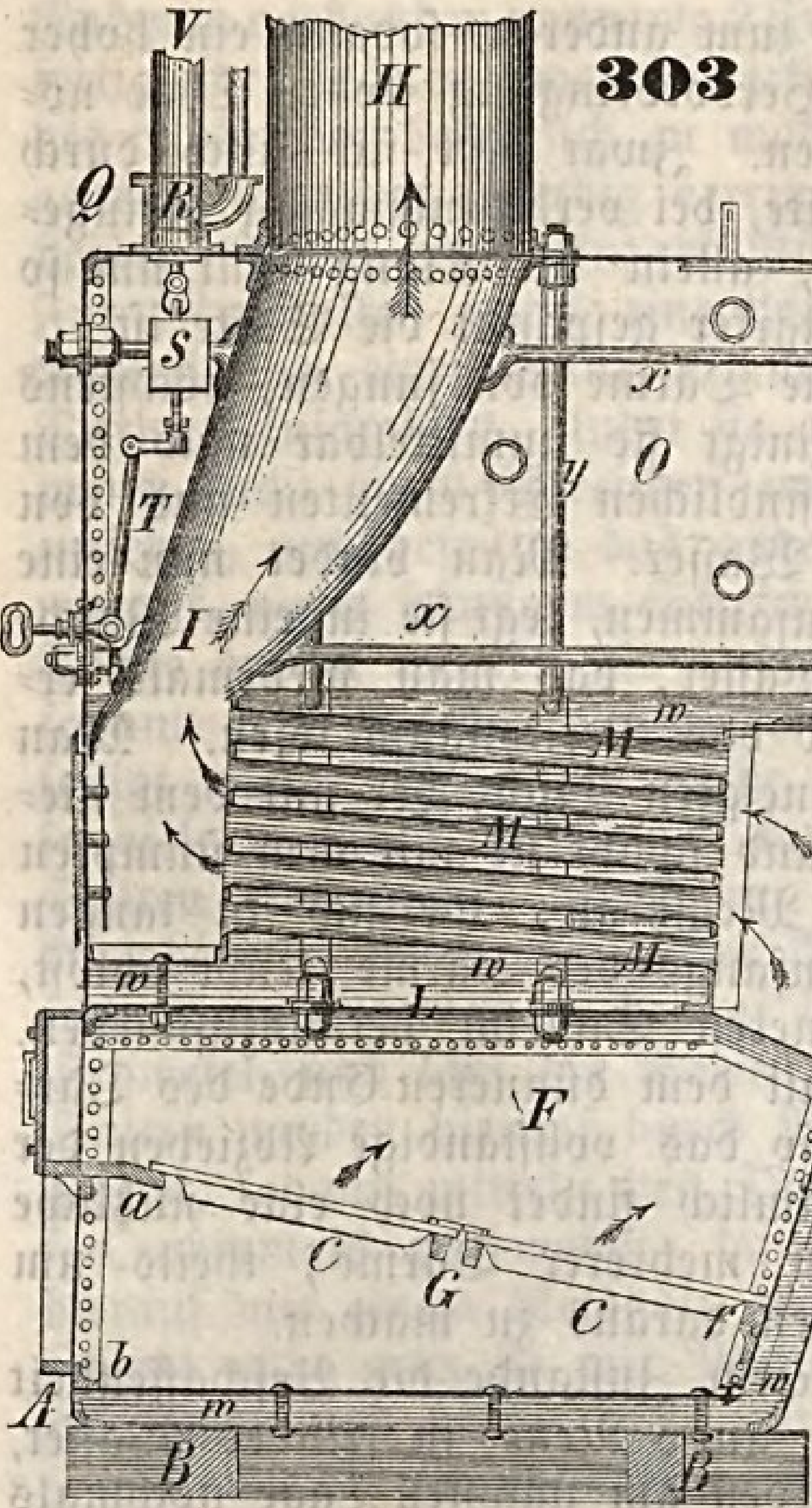
Die Flamme, so wie die heißen Gase und Dämpfe gehen, von je zwei Rosten A A und B B gemeinschaftlich, durch die beiden äußersten Züge D und E, und von da um mehrere Zungen F F und G G respektive herum, bis zu dem in der Mitte des Kessels angebrachten Schornsteine H, woselbst sich beide vorher getrennte Züge vereinigen. Die äußeren Züge sind 2½ und 3 Zoll von den Seitenwänden des Kessels entfernt und durch so genannte Stehbolzen x x mit demselben verbunden. Ferner sind die Decken der Feuerstellen und der Züge ebenfalls mit der Decke des Kessels durch Schraubenbolzen Z vereinigt. Das zu verdampfende Wasser w w umgibt sowohl die Züge als die Feuerstellen, füllt die vertikalen Kammern überall aus und überdeckt den Scheitel der letzteren so weit, daß durch etwaige Schwankungen des Wassers kein Bloßlegen dieser Stellen eintreten kann.

Da der Schornstein durch den Dampfraum des Kessels führt, so würde das kalte Wasser im Schornstein-Mantel einen Theil der Dämpfe durch Entziehung der Wärme wieder kondensiren, wenn nicht durch einen zweiten, oben offenen Mantel M, der eben so tief in's Wasser reicht wie der Schornsteinmantel, dieser Uebelstand vollkommen beseitigt würde.

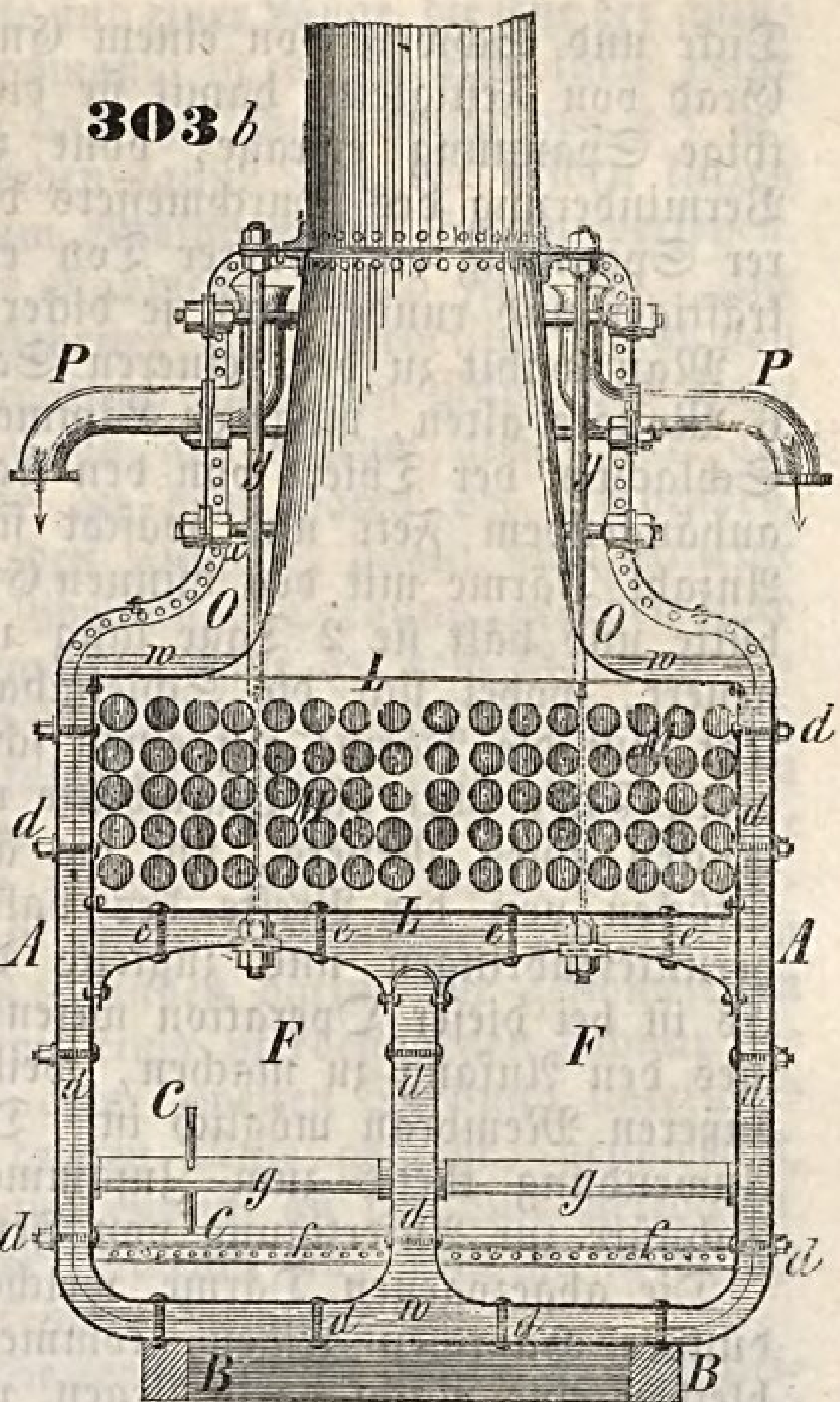
Fig. 303, a zeigt einen der besten Röhrenkessel (von Nillus in Havre konstruirt) im Längen- und Fig. 303, b im Querdurchschnitte. Man erkennt zunächst aus den Zeichnungen, daß der Kessel wieder einen einzigen Körper bildet, der aber zwei getrennte Feuerräume F F einschließt.

Der bemerkte Körper A bildet wieder einen großen Blechkasten, welcher mit seiner untern Fläche auf den so genannten Grundbalken B des Schiffes befestigt ist, mit Ausnahme derselben Stellen wie beim vorigen Kessel überall vom Wasser umgeben wird, und wobei die ebenen Wände ebenfalls durch sogenannte Stehbolzen d und e in gehöriger Entfernung von einander gehalten und zugleich verstärkt werden. Von den Roststäben C C ist in Fig. 303 b, nur ein einziger gezeichnet. Diese Stäbe ruhen theil-

303



303 b



weise auf der fortgesetzten Thürplatte a, theilweise auf Stäben g und f.

Eine Art von Koffer L dient zur Aufnahme von 80 Röhren M von 75 Millimeter innerem, 82 Millimeter äußerem Durchmesser und 1120 Millimeter Länge. Flamme, Luft und Rauch ziehen vom Roste (nach den Pfeilrichtungen) durch die, ebenfalls überall vom Wasser umgebenen Röhren M, und gehen dann vereinigt in dem weiten Rohre I nach dem Schornsteine H. Der erzeugte Dampf sammelt sich im Raume O und kann durch die Röhren P nach den Maschinen geleitet werden.

Auf dem Dome oder der obern Decke des Kessels ist ein gußeiserner Zylinder angebracht, der die Sitze zweier Sicherheits-Ventile R enthält (in Fig. 303, a nur das eine derselben sichtbar), welche durch Gewichte S belastet sind und nach Belieben geöffnet oder geschlossen werden können. Hierzu dient die Stangenverbindung T, welche sich außerhalb des Kessels in einem Handgriffe U endigt. Die im Dampfraum O noch sichtbaren Stangen x und y sind allein zur gehörigen Verstärkung dieses Theiles des Kessels angebracht.

Dampfwagen s. Eisenbahnen.

Darmsaiten. Zusammengedrehte und getrocknete Därme der Schafe, Lämmer, Ziegen, seltener der Gemsen, Rehe und anderer Thiere, auf deren Anfertigung, je nach dem Zweck, für welchen sie bestimmt sind, ein sehr verschiedener Grad von Sorgfalt verwendet wird.

Saiten zum Beziehen musikalischer Instrumente setzen ganz besondere Sorgfalt voraus, ja die Anfertigung ganz tadelloser Saiten ist so schwierig, daß solche zu den Seltenheiten gehören, und daß z. B. dem Geigenspieler die Erlangung einer guten e-Saite oft viele Sorge verursacht. Die erste Bedingung einer guten Saite ist vollkommen gleiche

Dicke und Schwere von einem Ende bis zum anderen, sodann ein hoher Grad von Festigkeit, damit sie die zur Hervorbringung hoher Töne nöthige Spannung ertrage, ohne zu reißen. Zwar läßt sich auch durch Verminderung des Durchmessers der Saite, bei verhältnißmäßig geringerer Spannung ein höherer Ton erzielen, allein der Klang fällt um so kräftiger und runder aus, je dicker und stärker gespannt die Saite ist.

Man wählt zu den feineren Saiten die Därme von jungen, höchstens 6 Monate alten, mageren Lämmern; reinigt sie unmittelbar nach dem Schlachten der Thiere von den darin befindlichen Exkrementen und von anhängendem Fett und wäscht sie mit Wasser. Man bindet nun eine Anzahl Därme mit den dünnen Enden zusammen, legt sie in eine Waschbütte und hält sie 2 Tage lang unter Wasser, das man mehrmals erneuert, wobei sich die Schleimhaut und das Peritonäum lösen. Man legt nun die Därme auf einen schräg geneigten Tisch, der mit dem niederen Ende über die Waschbütte reicht, und schabt sie mit dem stumpfen Rücken eines Messers, um die äußere Membran, die sich in langen Stücken von der Breite des halben Umfangs der Därme leicht ablöst, herunterzubringen und zugleich den inneren Schleim herauszuschieben. Es ist bei dieser Operation wesentlich, mit dem dünneren Ende des Darmes den Anfang zu machen, weil nur so das vollständige Abziehen der äußeren Membran möglich ist. Diese nämlich findet noch eine nützliche Anwendung theils zum Zusammennähen mehrerer Därme, theils um Schnüre zur Anfertigung von Feuerwerken daraus zu machen.

Die abgezogenen Därme, welche in diesem Zustande die Beschaffenheit dünner Häutchen zeigen, kommen nun auf's Neue in frisches Wasser, bleiben eine Nacht darin liegen, und werden am nächsten Tage nochmals abgeschabt. Die dickeren Enden werden dann abgeschnitten, die dünneren aber eine Nacht in frisches Wasser und am folgenden Tage mit einer alkalischen Lauge von ½ Pfund Pottasche in 1 Eimer Wasser behandelt Man gießt nämlich die Lauge auf die Därme, läßt sie zwei bis drei Stunden darauf stehen, gießt sie wieder ab und wiederholt diese Behandlung so lange, bis die Därme vollständig gereinigt sind. Während dieser Behandlung wird das Streichen der Därme mehrmals wiederholt, jedoch nicht mit dem Messerrücken, sondern mit einem Ring oder offenen Fingerhut, welcher über den Daumen gesteckt, und über dessen obere Kante der durch den Zeigefinger angedrückte Darm hinweggezogen wird.

Wenn schon die Zubereitung der Därme bis zu diesem Stadium viele Aufmerksamkeit erheischt, so gilt dieß ganz besonders für die zu dünnen Saiten bestimmten. Schon gleich das erste Beschaben muß mit vieler Sorgfalt stattfinden, und die Laugen, die man durch Zusatz von ein wenig Alaun klärt, werden bei den auf einander folgenden Güssen immer konzentrirter angewandt, bis die Därme nach Verlauf von 4 oder 5 Tagen recht hell gefärbt und aufgeschwollen erscheinen. Sie kommen nun über den Ring, werden abermals im Laugenbad gereinigt und gewaschen, worauf nun die Operation des Spinnens oder Drehens erfolgt.

Zu den allerfeinsten Darmsaiten kommt nur ein einzelner Darm, und die daraus gewonnene Saite hat einen Durchmesser von etwa $^1/_{70}$ bis $^1/_{60}$ Zoll, während zu dickeren Saiten mehrere, so zu den dickften Kontrabaßsaiten 120 Därme kommen.

Zum Drehen oder Spinnen der Saiten dient ein Drehrad von derselben Einrichtung, wie es von den Seilern zum Drehen der Bindfaden gebraucht wird. Das Drehrad von 3 Fuß Durchmesser wird durch eine Kurbel gedreht, und setzt durch eine Schnur ohne Ende eine horizontal liegende Spindel in Umlauf, an welcher sich ein zum Anhängen der Saite bestimmter Haken befindet. Zur Befestigung der Saiten ist ein hölzerner

Rahmen vorhanden von etwa 2 Fuß Breite und einer Länge, die jene der anzufertigenden Saiten etwas übertrifft. Zweckmäßig ist es, die eine kurze Leiste des Rahmens beweglich zu machen, so daß ihre Entfernung von der gegenüberstehenden beliebig verringert werden kann. Jede der beiden kurzen Leisten ist mit einer Anzahl Pflöcke zum Anbinden der Saiten versehen. Für Musiksaiten reicht eine Länge des Rahmens von 5 Fuß hin. Zur Anfertigung einer Saite nimmt der Arbeiter die erforderliche Zahl von Därmen zusammen, bindet sie gemeinschaftlich an einen Pflock des Rahmens, sucht durch Streichen mit der Hand alle Därme gleich stark anzuziehen, und befestigt das andere Ende an dem Haken des Drehrades, worauf, unter häufigem Streichen mit den Fingern, damit nicht einzelne Theile draller werden als andere, eine vorläufige Drehung gegeben und sodann das von der Drehscheibe losgemachte Ende an dem Rahmen befestigt wird. Wenn auf solche Art der Rahmen mit Saiten bezogen ist, so viele er deren aufnehmen kann, so folgt ein erstes Schwefeln, um den Saiten eine hellere Farbe zu ertheilen. Man stellt zu dem Ende eine Anzahl mit Saiten bezogener Rahmen in eine ganz feuchte, dicht verschließbare Kammer, verbrennt darin auf einem Kohlenbecken eine Portion Schwefel, und läßt die Saiten etwa 3 Stunden darin. Die geschwefelten Saiten werden hierauf durch Reiben mit einer pferdehaarnen Schnur geglättet, sodann mittelst des Drehrades einer zweiten Drehung unterworfen, abermals geschwefelt, dann zum dritten Male gedreht, geschwefelt, hierauf mit einem Reibholz geglättet und endlich an der Luft getrocknet. Zuletzt reibt man sie mit Mandel- oder Olivenöl ein, rollt sie in Ringe zusammen und bindet diese mit ganz feiner Darmsaite.

Da, wie oben erwähnt, die Güte der Saiten wesentlich auf der überall gleichen Dicke beruht, so werden in dieser Beziehung fehlerhafte Saiten wohl dadurch korrigirt, daß man sie an den dickeren Stellen durch Abschleifen mit Bimsstein oder Schachtelhalm auf die richtige Dicke zu bringen sucht; indessen unterliegen die so behandelten Saiten beim Gebrauch dem Rauhwerden.

Die besten Musiksaiten werden in Neapel fabrizirt, wahrscheinlich weil die dortigen Schafe ihrer Kleinheit und Magerkeit wegen das beste rohe Material liefern. Es ist eine bekannte Thatsache, daß die Membranen magerer Thiere weit zäher sind, als die von fetten, wohlgenährten Thieren, daher es denn kaum einem Zweifel unterliegt, daß die Vortrefflichkeit der italienischen Saiten in diesem Umstande begründet ist. Die Fabrikation der Darmsaiten im Großen wird daher wohl stets auf solche Gegenden beschränkt bleiben müssen, in denen die Schafe auf magere Kost gesetzt sind, und nicht zum Behuf der Schlächterei fett gemacht werden.

Nach Versuchen von Karmarsch zerriß eine Kontrebaßsaite von 0,154 Zoll Durchmesser, aus 48 Därmen zusammengedreht, bei einem Gewicht von 374 Pfund; eine e-Saite von 0,025 Zoll Durchmesser, aus 3 Därmen bestehend, bei 17 Pfund; so daß die absolute Festigkeit guter Darmsaiten auf einen Quadratzoll Durchschnittsfläche reduzirt zu 20,000 bis 34,000 Pfund angeschlagen werden kann.

Ordinäre Sorten von Darmsaiten, wie sie zu verschiedenen Zwecken gebraucht werden, z. B. Drehbank-Saiten, Uhrmacher-Saiten zum Bespannen der Drehbögen, Darmsaiten zum Beflechten der Peitschenstöcke, zum Bespannen der Fachbogen der Hutmacher und dergleichen mehr werden mit viel weniger Sorgfalt, zum Theil auch von Därmen anderer Thiere, besonders der Pferde angefertigt, auch selten gebleicht. Bei Anwendung dickerer Därme ist es nicht zweckmäßig, sie in ihrem natürlichen Zustande zu belassen; man spaltet sie vielmehr in 2 oder 4 Streifen, indem man sie über ein kreuzförmiges Messer hinwegzieht, an dessen Ende eine bleierne Kugel von dem Durchmesser des Darms sitzt, durch welche

eine regelmäßige Zertheilung des Darms in Streifen von gleicher Breite gesichert wird. Solcher Streifen wird dann die erforderliche Anzahl zu einer Saite zusammengedreht.

Destilliren und Destillirapparate. Die Wörter Destilliren und Destillation bezeichnen eine sehr häufig vorkommende chemische Operation, wo wir eine Flüssigkeit, meist kochend, verdampfen und die Dämpfe durch Abkühlung wieder zu einer Flüssigkeit verdichten. Der Zweck ist dabei, eine Trennung zu bewirken, und zwar entweder flüchtige Theile von nicht flüchtigen, oder flüchtigere von weniger flüchtigen zu trennen, in welchem letzteren Falle die Operation in dem geeigneten Zeitpunkte zu unterbrechen ist.

Einen besonderen Fall bildet die trockene Destillation, bei welcher ein fester Körper für sich im Verschlossenen durch Hitze zersetzt wird und dabei flüssige Produkte liefert, welche dampfförmig entweichen und, zu einer Flüssigkeit verdichtet, aufgefangen werden.

Das Wort „Destilliren" ist von dem lateinischen destillare (abtröpfeln) abgeleitet.

Mit dem Worte Rektifiziren, Rektifikation bezeichnet man eine wiederholte Destillation, zum Zweck einer vollständigeren Trennung, wo diese durch die erste Destillation nur unvollständig erreicht wurde.

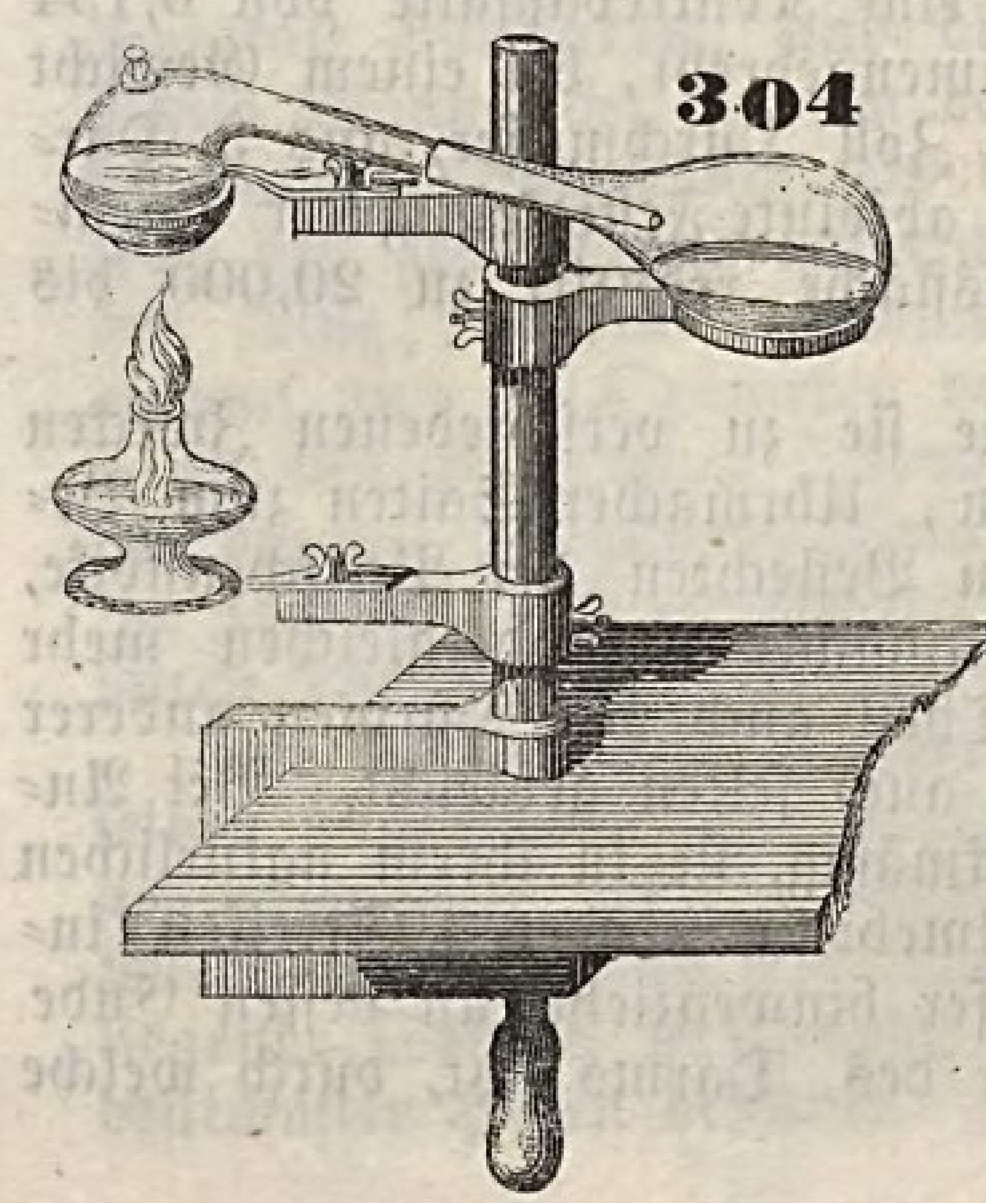
Jeder Destillirapparat muß der Natur der Sache nach aus zwei Theilen bestehen, nämlich 1. demjenigen, in welchem die Verdampfung, und 2. demjenigen, in welchem die Verdichtung der Dämpfe vor sich geht. Den letzteren nennt man die Kühlvorrichtung. Daß außer diesen Haupttheilen in besonderen Fällen noch andere, zum Theil sehr wichtige Hülfsapparate zur Anwendung kommen können, bedarf kaum der Erwähnung.

Nicht nur im Kleinen, in chemischen Laboratorien, bildet die Destillation eine der gewöhnlichsten Arbeiten, sondern sie findet auch im Großen, vorzugsweise bei der Branntweinbrennerei, eine hochwichtige Anwendung; und schwerlich dürfte ein chemischer Apparat existiren, welcher den Scharfsinn und Erfindungsgeist so tausendfältig in Anspruch genommen, so viele Abänderungen und künstliche Einrichtungen erfahren hätte, wie die Destillirapparate der Branntweinbrenner.

Destillationen im Kleinen werden fast nur in Retorten, bauchigen Gefäßen mit einem seitwärts gebogenen Halse, vorgenommen, die gewöhnlich aus Glas, seltener aus Eisen, Thon oder Porzellan bestehen, und die man am besten auf freiem Feuer, oft auch, um jeder Gefahr des Springens vorzubeugen, im Sand- oder Wasserbade erhitzt.

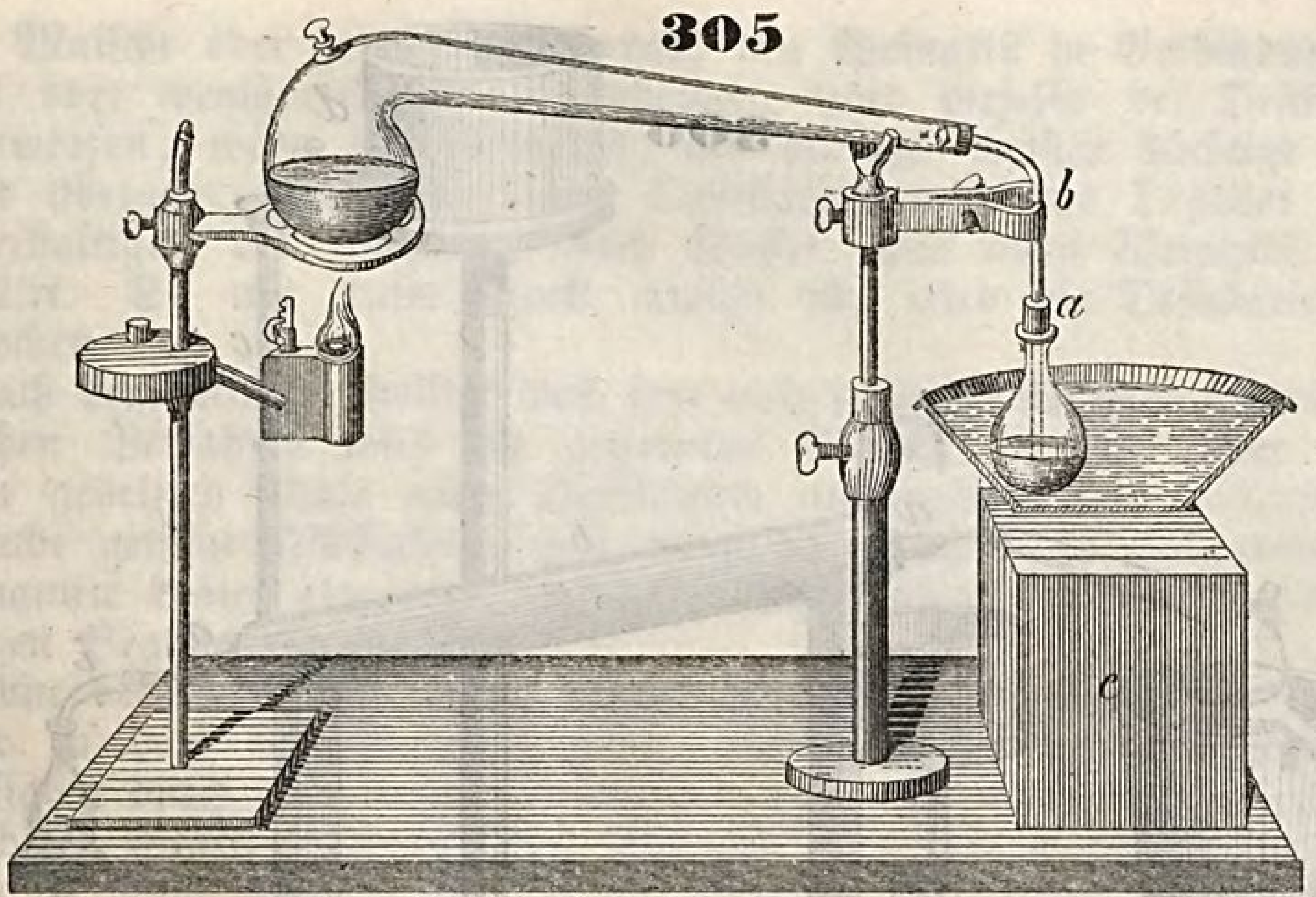
Die Verdichtung der Dämpfe geschieht am einfachsten mittelst einer Vorlage, in deren Hals jener der Retorte möglichst weit hineingesteckt wird. M. s. Fig. 304. Diese Methode hat die Unbequemlichkeit, daß die Abkühlung der Vorlage durch Einlegen in kaltes Wasser oder Umhüllung mit nassen Tüchern einige Schwierigkeit macht, und daß durch die Fuge zwischen dem Retortenhals und der Vorlage leicht ein Theil der Dämpfe unverdichtet entweicht; sie hat dagegen den Vortheil, daß sie keine Verbindungen durch Kork, Kitt oder dergl. erfordert, aus welchem Grunde sie sich besonders zur Destillation von Schwefel- und Salpetersäure eignet.

304



In den meisten Fällen empfehlenswerther ist es, ein stumpfwinkliges Glas-

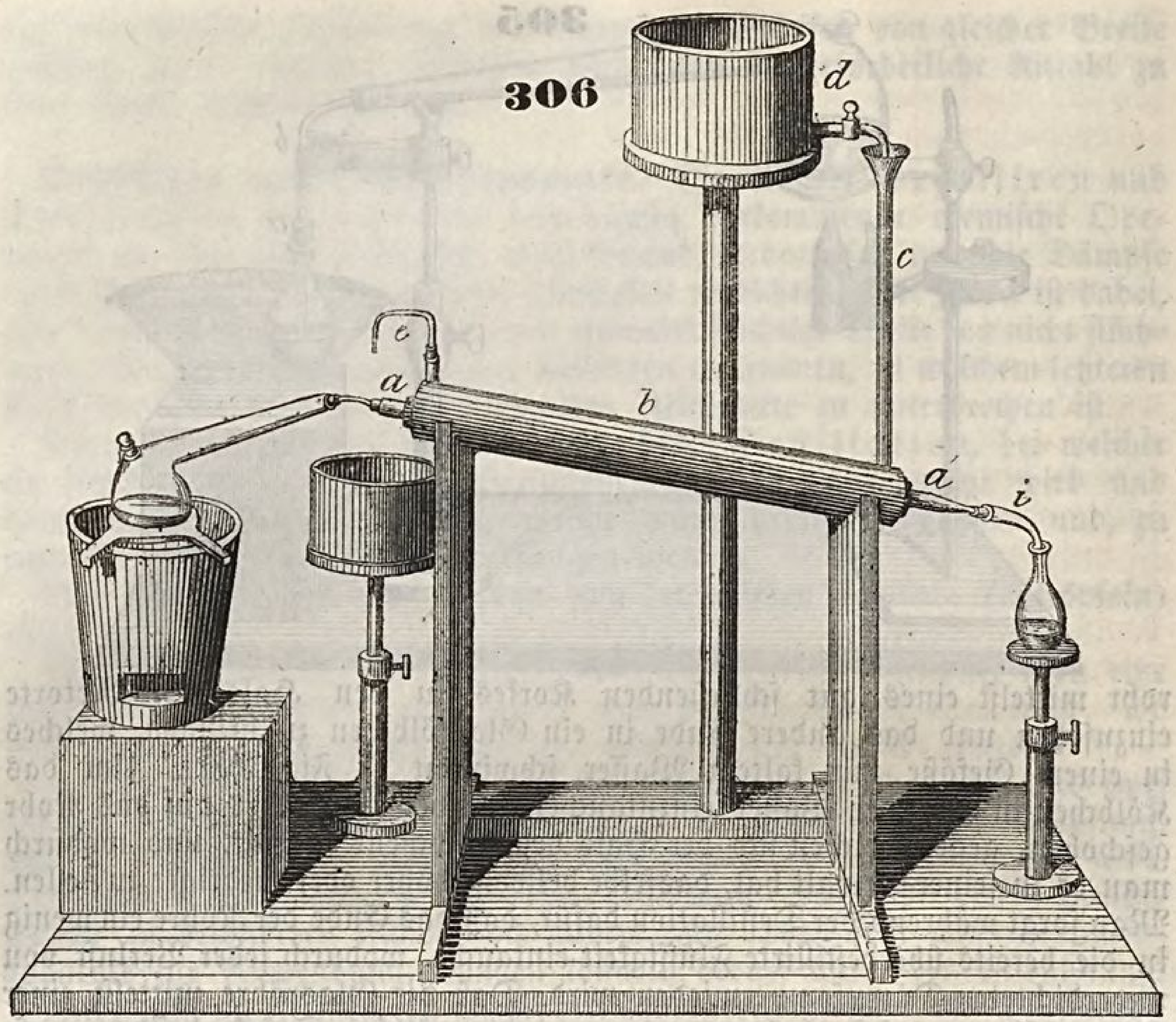
305



rohr mittelst eines gut schließenden Korkes in den Hals der Retorte einzusetzen und das andere Ende in ein Glaskölbchen zu bringen, welches in einem Gefäße mit kaltem Wasser schwimmt (s. Fig. 305). Um das Kölbchen in das kalte Wasser einzutauchen, ist bei a ein Kork auf das Rohr geschoben, gegen welchen sich der Hals des Kölbchens stemmt, und wodurch man es in seiner Gewalt hat, dasselbe beliebig höher oder niedriger zu stellen. Man sorgt während der Destillation dafür, daß das Ende der Röhre ein wenig in die bereits überdestillirte Flüssigkeit eintaucht, wodurch jeder Verlust von unverdichteten Dämpfen vermieden wird. Daß die Glasröhre mittelst einer Schraubklemme b festgehalten werden und die nöthige Stärke besitzen muß, um nicht durch den aufwärts wirkenden Druck des Kolbens zu zerbrechen, versteht sich von selbst. Wünscht man das Destillat in getrennten Portionen aufzufangen, so ist nichts leichter als dieses. Man zieht den Klotz c hinweg, worauf die Schale mit kaltem Wasser ruht, entfernt sodann auch die Schale, und tauscht das Kölbchen gegen ein anderes aus, worauf Schale und Klotz wieder an ihre Stelle gebracht werden. Es kann nun nicht fehlen, daß sich schon in dem Halse der Retorte ein Theil der Dämpfe verdichtet, und als Flüssigkeit mit dem Korke in Berührung kommt. Bei sehr subtilen Darstellungen ist es nöthig, selbst diese Berührung des Korkes zu vermeiden, und man gelangt dahin, wenn man dem Halse der Retorte eine schräg aufwärts gekehrte Richtung gibt, bei welcher nicht nur alle in dem Halse verdichtete Flüssigkeit, sondern auch zugleich alle beim lebhaften Kochen etwa mechanisch mit fortgerissenen Theile in die Retorte zurückfließen. Man umgibt dabei den Hals der Retorte mit Papier oder Leinwandstreifen, um der Abkühlung vorzubeugen.

Von ganz besonderer Wirksamkeit und Bequemlichkeit, daher auch von sehr allgemeiner Anwendung in chemischen Laboratorien ist die in Fig. 306 abgebildete Kühlvorrichtung. Eine weite Glasröhre a a′ von etwa ¾ Zoll innerem Durchmesser und 3 bis 4 Fuß Länge ist an einem Ende bei a′ zu einem dünneren Durchmesser ausgezogen, um hier mittelst eines Korkes in das stumpfwinklig gebogene konische Glasrohr i eingepaßt werden zu können. Die Röhre a a′ befindet sich in einem weiten Rohr b von Messingblech, in dessen beiden Enden es mittelst Kautschuk wasserdicht befestigt ist. Von dem vorderen, niedrigeren Ende dieser Röhre geht die oben zu einem Trichter sich erweiternde Zuleitungsröhre c aus, in welche aus einem Behälter d durch Oeffnung eines Hahnes das Kühlwasser langsam einfließt, während am andern Ende das Ausflußrohr e

306



das erwärmte Wasser abfließen läßt. Selbst bei raschem Kochen der Flüssigkeit in der Retorte werden die Dämpfe so vollständig verdichtet, daß das Destillat ganz kalt am unteren Ende abfließt, und nicht die geringste Menge der Dämpfe unverdichtet bleibt. Das Gefäß zur Aufnahme des Destillates bedarf daher keiner Abkühlung, sondern wird einfach unter das Ausflußrohr i gestellt. Bei fraktionirten Destillationen die in verschiedenen Perioden übergehenden Destillate gesondert aufzufangen, ist hier so leicht wie möglich.

Wenn es sich um die Destillation größerer Mengen Flüssigkeit handelt, bedient man sich statt der Retorten metallener, gewöhnlich kupferner Kessel oder Blasen. Solche Destillirblasen haben die Gestalt eines mehr flachen als tiefen Kessels, der oben durch einen schwach gewölbten Deckel geschlossen ist, in dessen Mitte sich der Helm erhebt. Dieser Theil, an welchem ehemals viel gekünstelt wurde, hat keinen anderen Zweck, als die Verbindung zwischen Blase und Kühlvorrichtung zu bilden, und wird, seitdem das Licht der Wissenschaft die alterthümlichen Vorurtheile mehr und mehr zum Schweigen bringt, einfach in Gestalt eines sich konisch verengenden und seitwärts liegenden Halses ausgeführt. Ueber verschiedene, zum Verdichten der Dämpfe dienende Kühlvorrichtungen ist in dem Artikel Abkühlen gehandelt, auf welchen wir daher verweisen können. Sowohl Helm wie Kühlgeräthschaft werden gewöhnlich von verzinntem Kupfer, in einigen Fällen, so z. B. zur Bereitung von reinem, destillirtem Wasser, von Zinn angefertigt.

Wir wenden uns nun zu den im Großen zur Anwendung kommenden Destillirapparaten, welche vornehmlich bei der Branntwein- und Weingeistfabrikation eine so wichtige Rolle spielen, und nehmen daher den in dem Artikel Branntweinbrennerei verlassenen Faden wieder auf.

Um nämlich aus der gegohrenen Flüssigkeit, sei diese nun Wein, gegoh-

rene Maische oder gegohrener Syrup, den Weingeist in Verbindung mit mehr oder weniger Wasser abzuscheiden, wird dieselbe der Destillation unterworfen, wobei der Weingeist, als der am meisten flüchtige Theil, zuerst übergeht. Bei fortgesetzter Destillation wird das Destillat immer wasserhaltiger, bis zuletzt nur noch Wasser ohne allen Weingeist überdestillirt. So wie dieser Punkt erreicht ist, wird die Destillation abgebrochen.

Nach dem älteren, freilich auch jetzt noch in vielen kleineren Brennereien üblichen Verfahren wird die gegohrene Maische in einer über freiem Feuer geheizten Blase einer Destillation unterworfen und dadurch eine schwache geistige Flüssigkeit, von etwa 25 Prozent Alkoholgehalt, der sogenannte Lutter gewonnen, welche hierauf durch eine zweite Destillation fertigen Branntwein liefert.

Ohne bei diesem Verfahren länger zu verweilen, wenden wir uns sogleich zu dem verbesserten System, nach welchem aus der gegohrnen Flüssigkeit durch eine einzige Destillation nicht nur Branntwein von jeder beliebigen Stärke, sondern selbst Spiritus gewonnen werden kann.

Schon lange war der Woulfe'sche Apparat, um Wasser in einer Reihe durch Röhren verbundener Flaschen mit gasförmigen Stoffen zu sättigen, den Chemikern bekannt gewesen, ohne daß Einer daran gedacht hätte, diesen Apparat zu einer eigentlichen Destillation zu benutzen, als Eduard Adam, ein ungebildeter Arbeiter in Montpellier, der zufällig bei einer chemischen Vorlesung zugegen war, wo von dem Woulfe'schen Apparate gehandelt wurde, auf den Gedanken kam, ihn in eine Destillirvorrichtung umzuwandeln. Er ließ die siedend heißen Dämpfe von kochendem Wein in eine Reihe Woulfe'scher Flaschen einströmen, und trieb so den Alkohol von einer Flasche in die andere über, wobei sich dann in den auf einander folgenden Flaschen Weingeist von immer zunehmender Stärke und Reinheit bei einer und derselben Kochung ansammelte. Er erhielt im Jahre 1801 ein Patent auf seine Erfindung, und machte schon mit seinen ersten kleinen Apparaten so viel Glück, daß er in seiner Vaterstadt eine sehr großartige Destillerie anlegen konnte, die die Bewunderung aller Techniker seiner Zeit einerndtete. Ein zweites Patent auf mehrere Verbesserungen wurde ihm im Jahre 1805 ertheilt.

Das Prinzip, auf welches sich die Adam'sche Einrichtung gründet, ist sehr einfach. Die Temperatur, bei welcher Alkohol von verschiedener Stärke, also von verschiedenem Wassergehalte kocht, ist verschieden; ebenso erfordert gemischter Dampf, um seine Existenz zu behaupten, d. h. um der Verdichtung zu widerstehen, eine um so höhere Temperatur, je mehr Wasserdampf er enthält. Nach Gröning erfordert gemischter Dampf zu seiner Existenz die in folgender Tabelle angegebenen Temperaturen.

Proz. nach Tralles	Siedpunkt R.	Proz. nach Tralles	Siedpunkt R.	Proz. nach Tralles	Siedpunkt R.	Proz. nach Tralles	Siedpunkt R.
0	80°	55	74°	78	68°	90	63°
13	79	61	73	80	67	90.5	62.5
28	78	66	72	82	66	91.5	62.25
36	77	68	71	85	65	92	62
42	76	71	70	87	64	93	61.75
50	75	76	69	89	63.5		

Wenn nun ein Gemisch von Alkohol und Wasser im Sieden erhalten wird, und man leitet die Dämpfe durch einen Behälter, dessen Temperatur zwischen 80 und 61,75° R. beträgt, so wird ein Theil des Dampfes, und zwar vorzugsweise Wasserdampf sich verdichten, wodurch der verhältnißmäßige Alkoholgehalt des Dampfes wächst, bis derselbe der obwaltenden Temperatur entspricht.

Gesetzt, eine geistige Flüssigkeit werde in einer Blase im Sieden erhalten, und die Dämpfe durch einen auf 63° gekühlten Behälter geleitet, so wird sich so lange Wasserdampf, freilich auch ein Theil des Alkohols verdichten, bis der noch übrige Dampf einen Alkoholgehalt von 90 Prozent besitzt, welcher hierauf durch den eigentlichen Kühlapparat verdichtet, einen 90grädigen Spiritus liefert.

Das Wesentliche der neuen Apparate liegt also in dem zur theilweisen Kondensation der Dämpfe bestimmten Dephlegmator, dessen Einrichtung übrigens unzählige Abänderungen zuläßt.

Sodann findet man bei den neueren Brennapparaten gewöhnlich zwei Blasen dergestalt angebracht, daß die aus der ersten sich entwickelnden Dämpfe durch ein Rohr in die zweite bis nahe auf den Boden derselben herabgeleitet werden, um hier die Maische im Kochen zu erhalten. Indem nun die in der ersten Blase sich entwickelnden, aus viel Wasser und wenig Alkohol bestehenden Dämpfe in die Maische der zweiten Blase einströmen, setzen sie einen guten Theil ihres Wassergehaltes ab, während dafür eine entsprechende Menge Alkohol verdampft, mithin die aus der zweiten Blase erfolgenden Dämpfe bedeutend reicher an Alkohol werden müssen, als es jene der ersten Blase waren.

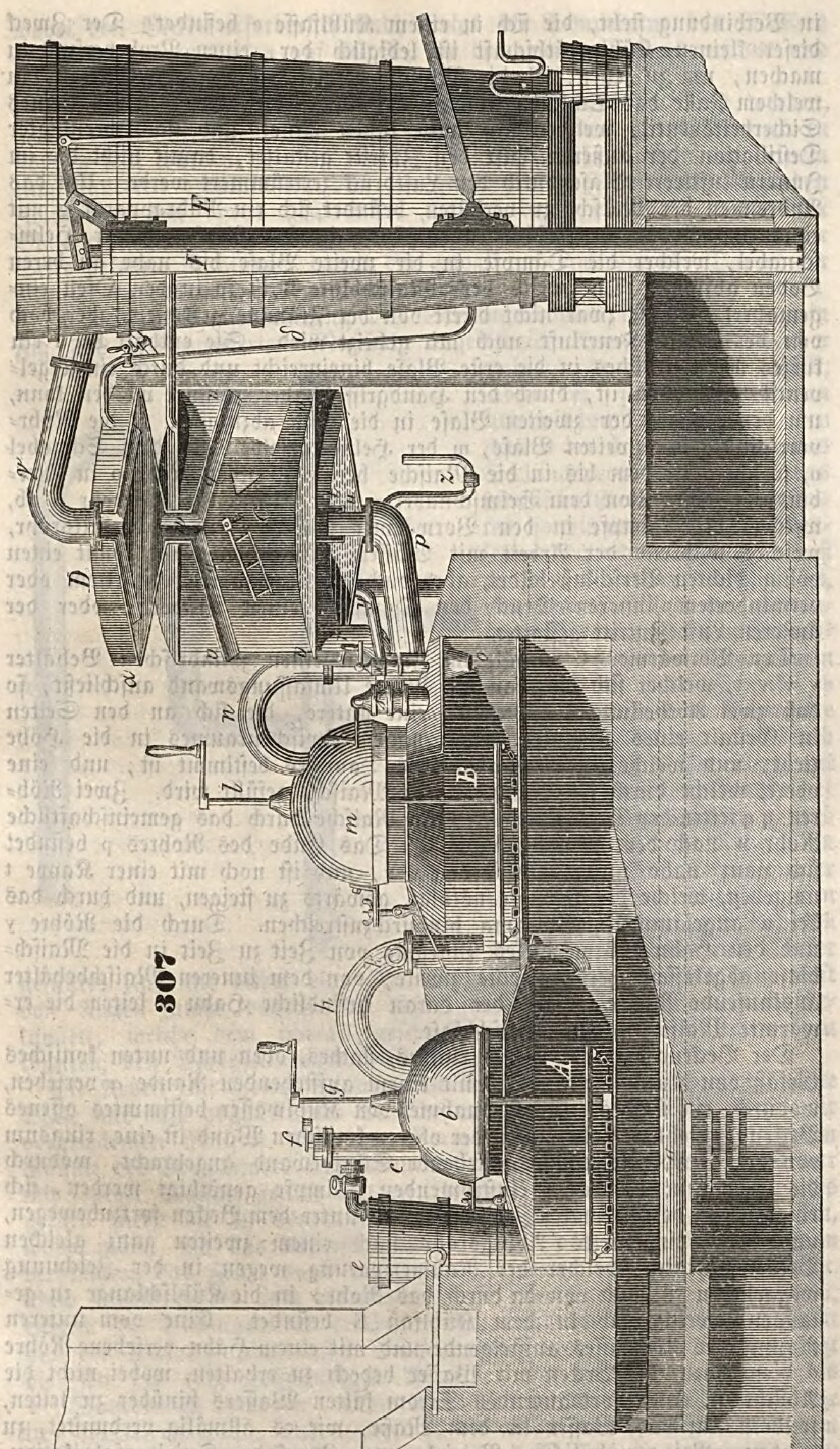
Es konnte nicht fehlen, daß die Idee des Brennens mit zwei Blasen in weiterer Ausbildung auf den Gedanken leiten mußte, auch die Maische der ersten Blase durch Dampf, und zwar durch direkt eingeleiteten Wasserdampf zu erhitzen. Solche Dampfbrennapparate sind gegenwärtig sehr verbreitet und bieten den Vortheil bedeutender Ersparung an Brennmaterial und der Unmöglichkeit des Anbrennens der Maische. Indem also der siedendheiße Wasserdampf in die Maische der ersten Blase gelangt, schlägt er sich zu flüssigem Wasser nieder, verdampft dafür aber Weingeist, dessen Dämpfe, freilich mit vielem Wasserdampf gemischt, in die zweite Blase gelangen, um hier eine abermalige Anreicherung zu erfahren.

Endlich sind alle Brennapparate, ältere wie neuere, mit einem Vorwärmer, Maischwärmer, versehen, in welchem die Maische, bevor sie in die Blase kommt, durch die bei der Verdichtung der Dämpfe sich absetzende Wärme bis nahe zum Kochen erhitzt, und somit eine sehr bedeutende Ersparung an Brennstoff erzielt wird.

Bei der ungemeinen Reichhaltigkeit des Gegenstandes und der Beschränktheit des Raumes, welcher ihm hier gewidmet werden kann, sehen wir uns genöthigt, auf die Beschreibung einiger der besten Apparate uns zu beschränken.

Zu diesen vervollkommneten Destillirapparaten gehört zunächst und vor Allen der Brennapparat von Pistorius, welcher fast allen ferneren Veränderungen und resp. Verbesserungen die Bahn gebrochen, zugleich aber auch in seiner ursprünglichen Einrichtung sehr ausgedehnte Verbreitung gefunden hat.

Fig. 307 zeigt diesen Apparat größtentheils im Durchschnitt. A die erste Blase, B die zweite Blase, C der Vorwärmer, D der Beckenapparat, (Dephlegmator), E das Kühlfaß. Die erste Blase A, welche durch das in dem Ofen a brennende Feuer geheizt wird, enthält einen mittelst Schrauben befestigten Helm b, aus welchem zuvörderst das vertikale Rohr c sich erhebt, welches durch einen Hahn mit einer kleinen Kühlschlange



307

in Verbindung steht, die sich in einem Kühlfasse e befindet. Der Zweck dieser kleinen Kühlgeräthschaft ist lediglich der, einen Probeversuch zu machen, um zu sehen, ob die Maische bereits völlig abgetrieben ist, in welchem Falle das Schlangenrohr nur Wasser liefert. Bei f ist ein kleines Sicherheitsventil, welches sich nach innen öffnet und nach beendigter Destillation der äußeren Luft den Zutritt gestattet, damit nicht die im Innern luftleere Blase durch den Luftdruck zertrümmert werde. Um das Anbrennen der Maische zu verhüten, befindet sich ein Rührapparat g mit einer am Boden herumschleifenden Kette in der Blase. h der Helmschnabel, welcher die Dämpfe in die zweite Blase bis nahe an deren Boden abführt. Die zweite oder Maischblase B ist so in den Ofen eingemauert, daß sie zwar nicht direkt von der Flamme getroffen, aber doch von der heißen Feuerluft noch mit geheizt wird. Sie enthält bei i ein kurzes Rohr, welches in die erste Blase hineinreicht und durch ein Kegelventil geschlossen ist, durch den Handgriff k aber geöffnet werden kann, um den Inhalt der zweiten Blase in die erste abzulassen. l die Rührvorrichtung der zweiten Blase, m der Helm derselben mit dem Schnabel n, welcher mit dem bis in die Maische herabreichenden Rohr o in Verbindung steht. Von dem Helmschnabel n geht seitlich ein Knierohr p ab, welches die Dämpfe in den Vorwärmer leitet. z ein Sicherheitsrohr, welches während der Arbeit mit Wasser gefüllt bleibt und somit einen völlig dichten Verschluß bildet, aber doch bei übermäßig verstärktem oder vermindertem inneren Druck den Dämpfen einen Ausweg, oder der äußeren Luft Zutritt gestattet.

Der Vorwärmer C enthält im Inneren einen zylindrischen Behälter v v v v, welcher sich oben an die äußere Umfassungswand anschließt, so daß zwei Abtheilungen entstehen, eine untere, die sich an den Seiten in Gestalt eines schmalen ringförmigen Zwischenraumes in die Höhe zieht, und welche zur Aufnahme des Dampfes bestimmt ist, und eine obere, welche durch die Pumpe F mit Maische gefüllt wird. Zwei Röhren q q leiten den Dampf inmitten der Maische durch das gemeinschaftliche Rohr w nach dem Beckenapparat D. Das Ende des Rohres p befindet sich ganz nahe unter dem Boden v v, und ist noch mit einer Kappe t umgeben, welche die Dämpfe nöthigt, abwärts zu steigen, und durch das bei u angesammelte Phlegma hindurchzustreichen. Durch die Röhre y und den Hahn x kann dieses Phlegma von Zeit zu Zeit in die Maischblase abgelassen werden; eine zweite, von dem inneren Maischbehälter auslaufende Röhre r und der daran befindliche Hahn s leiten die erwärmte Maische in die Maischblase.

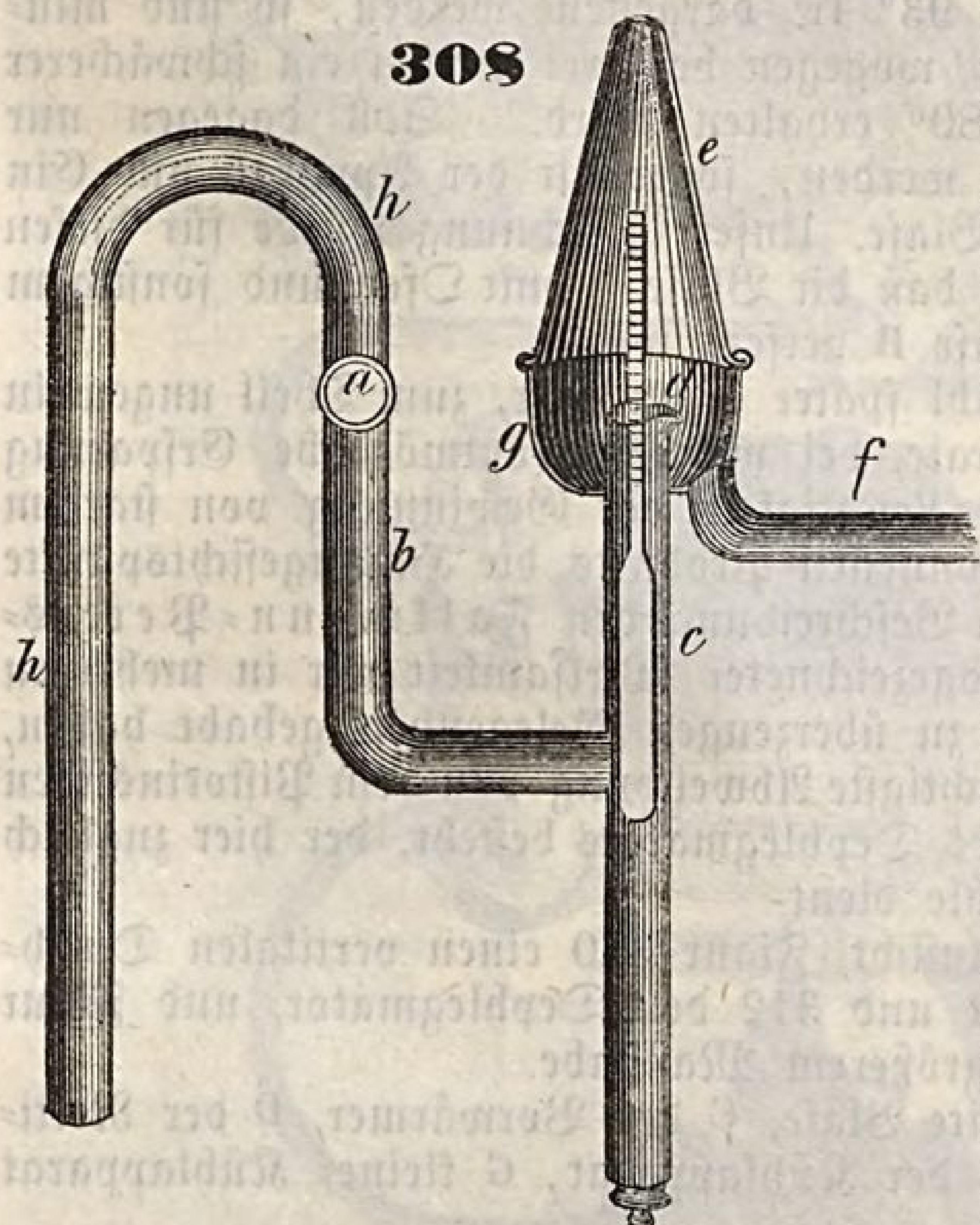
Der Beckenapparat D ist ein rundes, flaches, oben und unten konisches Gefäß von Kupferblech, oben mit einem aufstehenden Rande α versehen, wodurch ein flaches, zur Aufnahme von Kühlwasser bestimmtes offenes Becken entsteht. Nahe unter der oberen konischen Wand ist eine, ringsum von der Peripherie etwas abstehende Scheidewand angebracht, wodurch die aus dem Rohre w einströmenden Dämpfe genöthigt werden, sich ringsum in dem schmalen Zwischenraume unter dem Becken fortzubewegen, um durch ein kurzes Abzugsrohr nach einem zweiten ganz gleichen Beckenapparate, welcher der Raumersparung wegen in der Zeichnung weggelassen ist, und von da durch das Rohr γ in die Kühlschlange zu gelangen, welche sich in dem Kühlfaß E befindet. Eine vom unteren Raume des Kühlfasses aufsteigende und mit einem Hahn versehene Röhre δ dient dazu, die Becken mit Wasser bedeckt zu erhalten, wobei nicht die Absicht ist, einen fortdauernden Strom kalten Wassers hinüber zu leiten, sondern nur das Wasser in dem Maße, wie es allmälig verdunstet, zu ersetzen. Bei gewöhnlichem Betriebe zum Zweck der Spiritusfabrikation,

wobei drei Becken erforderlich sind, steigt die Temperatur des Wassers auf dem unteren Becken auf 60° R., die des zweiten Beckens auf 56° und die des obersten auf 46°.

Der Pistorius'sche Apparat kann auch mit Dampf betrieben werden, ja bei dicken Maischen, die über freiem Feuer kaum vor Anbrennen zu schützen sein würden, ist dieß unerläßlich. Man läßt alsdann aus einem eingemauerten Dampfkessel, von der gewöhnlichen Form eines liegenden Zylinders, den etwas gespannten Dampf durch ein Rohr in die erste Blase einströmen und gibt zweckmäßig der Ausströmungsöffnung eine zur Seite gekehrte Richtung, damit der gewaltsam einströmende Dampf der Maische eine kreisende Bewegung ertheile.

Die untere Ausflußöffnung des Schlangenrohres ist mit einem, in Fig. 308 in vergrößertem Maßstabe abgebildeten Apparate versehen, der mehrere Zwecke zugleich erfüllt, indem er jedem Verlust an Alkoholdämpfen vorbeugt, den Zutritt der äußeren Luft in das Schlangenrohr verhindert, das spezifische Gewicht des Destillates, so wie auch den Abfluß desselben beobachten läßt, ohne daß es den Arbeitern möglich ist, von dem Destillate zu entwenden. Der bei a aus dem Schlangenrohr fließende Branntwein senkt sich in dem Schenkel b herab, steigt in dem Schenkel c wieder aufwärts und läuft durch einen Ausguß d in einen, mit einer kegelförmigen Glaskuppel e verschlossenen Trichter g, und von da durch das Rohr f in das Faß. Ein Alkoholometer schwimmt in dem Schenkel c. Ein anderes zweischenkliges Rohr h h reicht in ein kleines mit Wasser gefülltes Faß und bildet eine Art Sicherheitsventil, welches keine Luft von Außen zuläßt, dagegen bei zufälligen gewaltsamen Dampfentwickelungen, welche dem überall geschlossenen Apparate gefährlich werden könnten, den Dämpfen einen Ausweg gestattet.

308



Die Arbeit mit diesem Apparate ist nun folgende: Nachdem die erste Blase mit halb abgetriebener Maische aus der zweiten Blase, diese mit vorgewärmter Maische aus dem Vorwärmer und dem in dem unteren Raume des Vorwärmers angesammelten Phlegma, endlich der Vorwärmer mit frischer Maische gefüllt worden, beginnt man mit dem Feuern. Es geräth zuerst die in der ersten Blase enthaltene Maische zum Kochen, wobei man, um das Ueberschießen in Folge des ersten Aufwallens zu verhindern, das Feuer durch theilweises Absperren des Luftzuges mäßigt. Bald darauf geräth auch die zweite Blase zum Kochen, der Vorwärmer, endlich der Beckenapparat erwärmen sich, und der Branntwein beginnt aus der Schlange abzulaufen. Bei Apparaten von mittlerer Größe pflegt die Zeit bis zum vollständigen Abtreiben der ersten Blase etwa 1 bis 1½ Stunden zu betragen. Man öffnet den zu der kleinen Probeschlange in e führenden Hahn, und untersucht die ablaufende Flüssigkeit mit dem Alkoholometer. Verhält sie sich wie reines Wasser, so unterbricht man

durch Schließen des Schiebers im Schornstein die Destillation, und zieht die abgetriebene Schlempe aus der ersten Blase durch ein in der Figur nicht sichtbares Rohr ab. Durch Oeffnen des Rohres i mittelst des Handgriffes k läßt man die zur Hälfte abgetriebene Maische aus der zweiten Blase in die erste ab, und füllt dagegen die zweite aus dem Vorwärmer mit erwärmter Maische und dem im unteren Raume gesammelten Lutter durch Oeffnung der Hähne s und x. Nach Füllung der Blasen wird sogleich mit dem Feuern begonnen, während man zugleich den Vorwärmer mittelst der Pumpe mit neuer Maische aus dem Maischbehälter füllt. Nach Verlauf von etwa ¼ Stunde ist die Destillation wieder im Gange, und so geht die Arbeit in einzelnen Operationen, davon jede etwa 1½ Stunden dauert, vom Morgen bis Abend fort.

Soll starker Spiritus bis zu 93° Tr. dargestellt werden, so sind mindestens vier Becken erforderlich, wogegen bei drei Becken ein schwächerer Spiritus von durchschnittlich 80° erhalten wird. Soll dagegen nur Branntwein von 50° destillirt werden, so erhält der Apparat nur Ein Becken, so wie auch nur Eine Blase. Unsere Zeichnung würde für diesen Fall nur dahin abzuändern sein, daß die Blase A mit Ofen und sonstigem Zubehör an die Stelle der Blase B versetzt würde.

Um aus der beträchtlichen Zahl später erfundener, zum Theil ungemein sinnreich konstruirter Brennapparate, bei welchen größtmögliche Ersparung an Brennstoff, Sicherheit und Leichtigkeit der Gewinnung von starkem Spiritus und Reinheit des gewonnenen Produkts die Hauptgesichtspunkte bilden, wählen wir zur näheren Beschreibung den Falkmann-Peters'schen Apparat, von dessen ausgezeichneter Wirksamkeit wir in mehreren sehr großen Brennereien uns zu überzeugen Gelegenheit gehabt haben, und dessen wesentlichste und wichtigste Abweichung von dem Pistorius'schen Apparate in der Einrichtung des Dephlegmators besteht, der hier zugleich zur Entfuselung vermittelst Kohle dient.

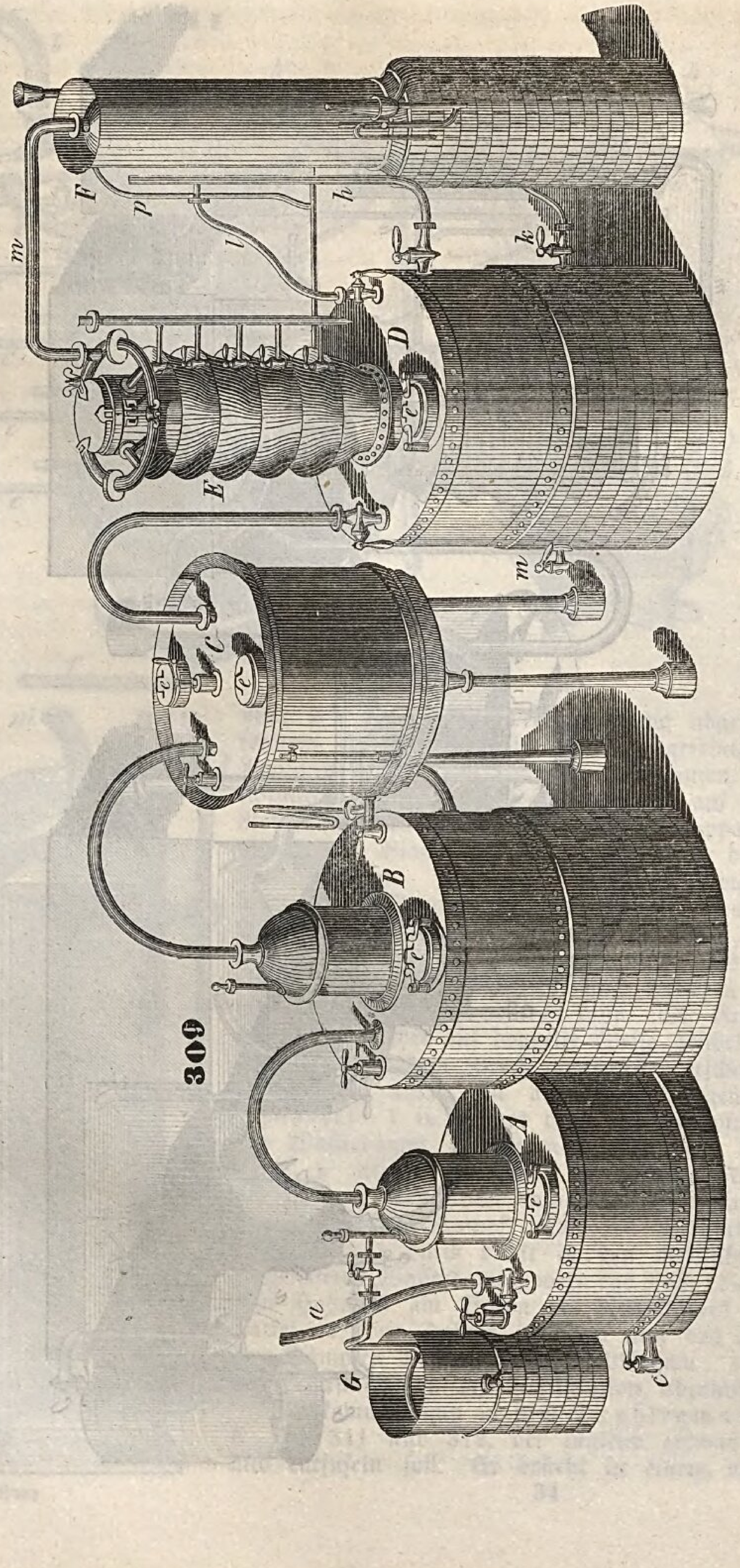
Fig. 309 zeigt eine äußere Ansicht, Figur 310 einen vertikalen Durchschnitt des Apparates, Fig. 311 und 312 den Dephlegmator, und Figur 313 die Kühlvorrichtung nach größerem Maßstabe.

A die erste Blase, B die zweite Blase, C der Vorwärmer, D der Rektifikator, E der Dephlegmator, F der Kühlapparat, G kleiner Kühlapparat zum Probenehmen.

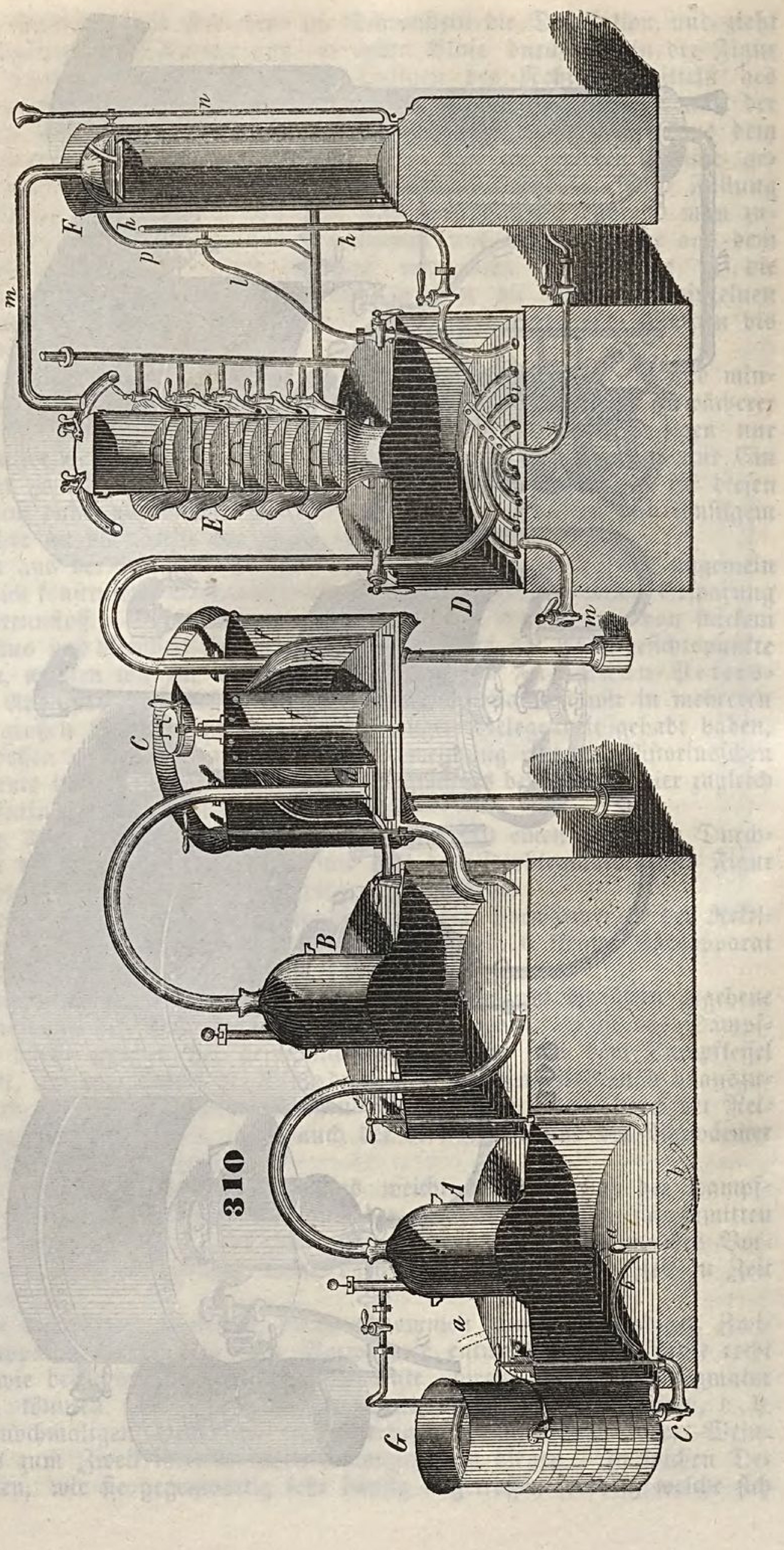
Hinsichtlich der beiden Blasen können wir uns auf die schon gegebene Beschreibung des Pistorius'schen Apparates beziehen. a a ist das Dampfrohr, durch welches der gespannte Wasserdampf aus dem Dampfkessel eintritt, um am Boden der Blase durch zwei gebogene Röhren b b auszuströmen. c der Hahn zum Ablassen der Schlempe. Zum Zweck der Reinigung sind die Blasen, sowie auch der Rektifikator und der Vorwärmer mit Mannlöchern e versehen.

Die Einrichtung des Vorwärmers weicht darin ab, daß der Dampfraum d d, dessen Gestalt sich aus der Zeichnung ergibt, sich inmitten des Maischbehälters f f befindet. Ein in dem unteren Raume des Vorwärmers drehbarer Flügel dient dazu, die Maische von Zeit zu Zeit umzurühren.

Der Rektifikator D ist ein, streng genommen nicht nothwendiger, Zwischenapparat, da die aus dem Vorwärmer entweichenden Dämpfe recht gut, wie bei dem Pistorius'schen Apparate, direkt in den Dephlegmator treten könnten. Er hat aber die Bestimmung zum Rektifiziren, d. h. zum nochmaligen Destilliren schon fertigen Branntweines oder Weingeistes zum Zweck ihrer weiteren Reinigung, zu dienen. In solchen Destillerien, wie sie gegenwärtig sehr häufig angetroffen werden, welche sich

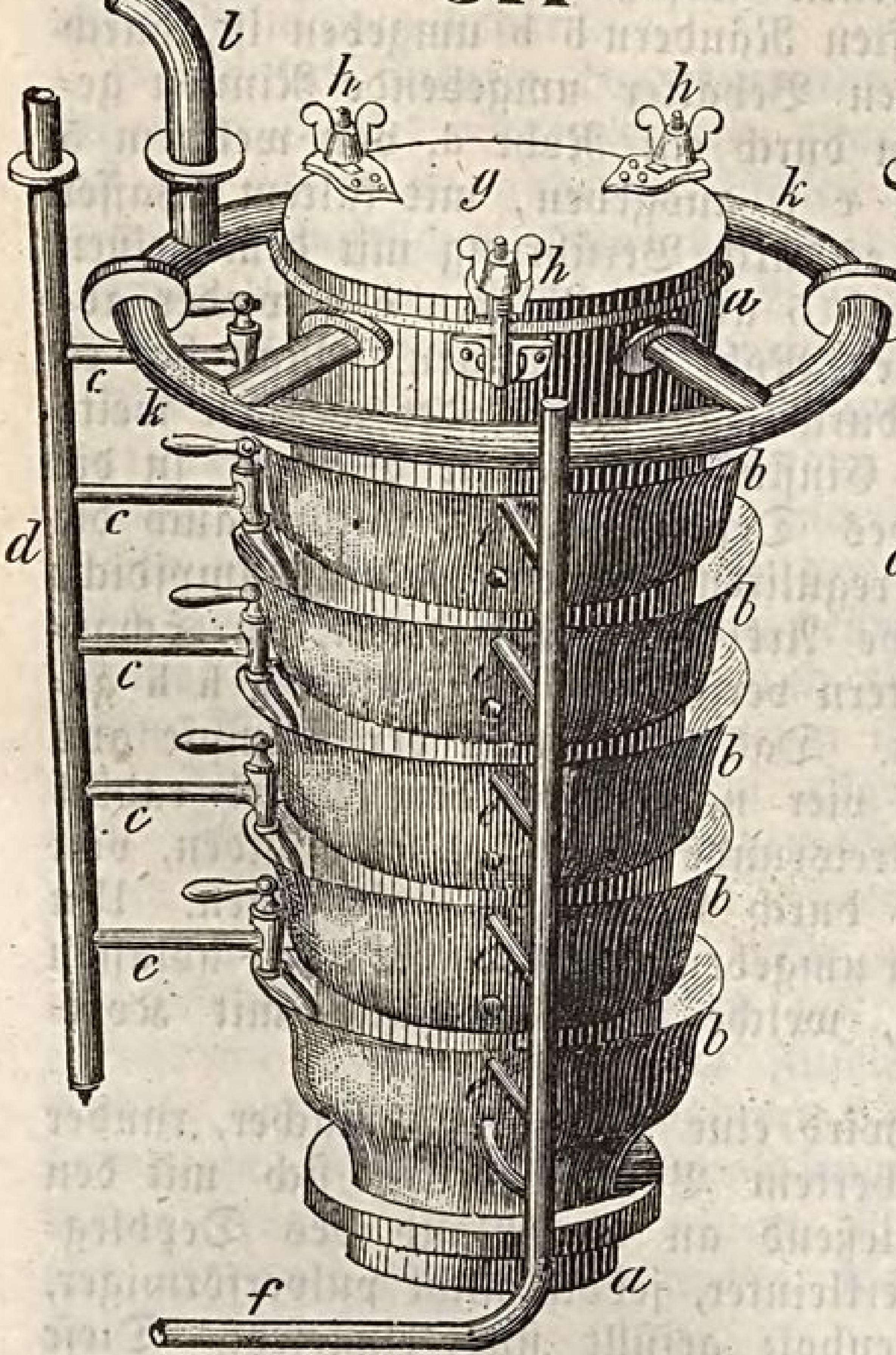


309

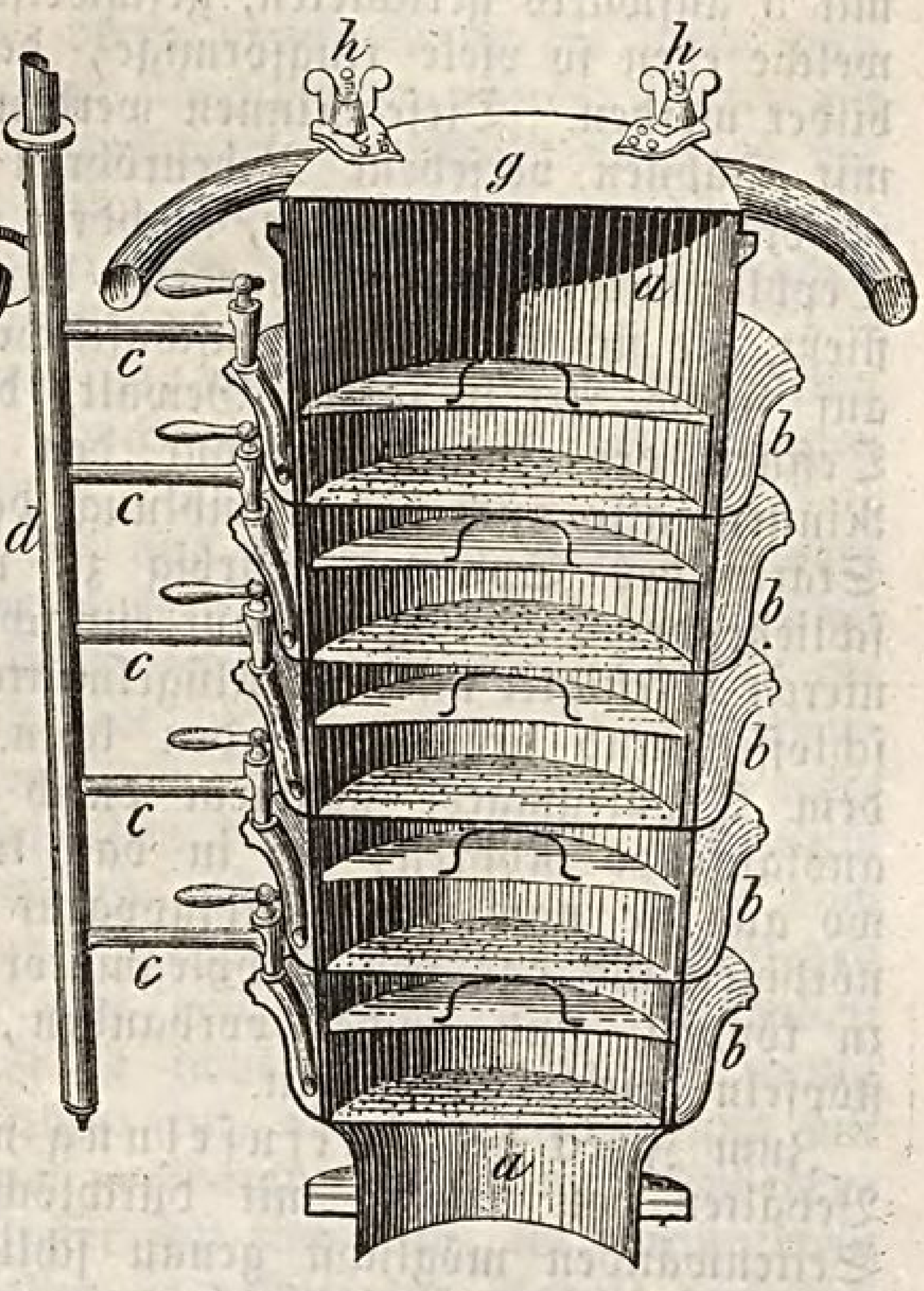


310

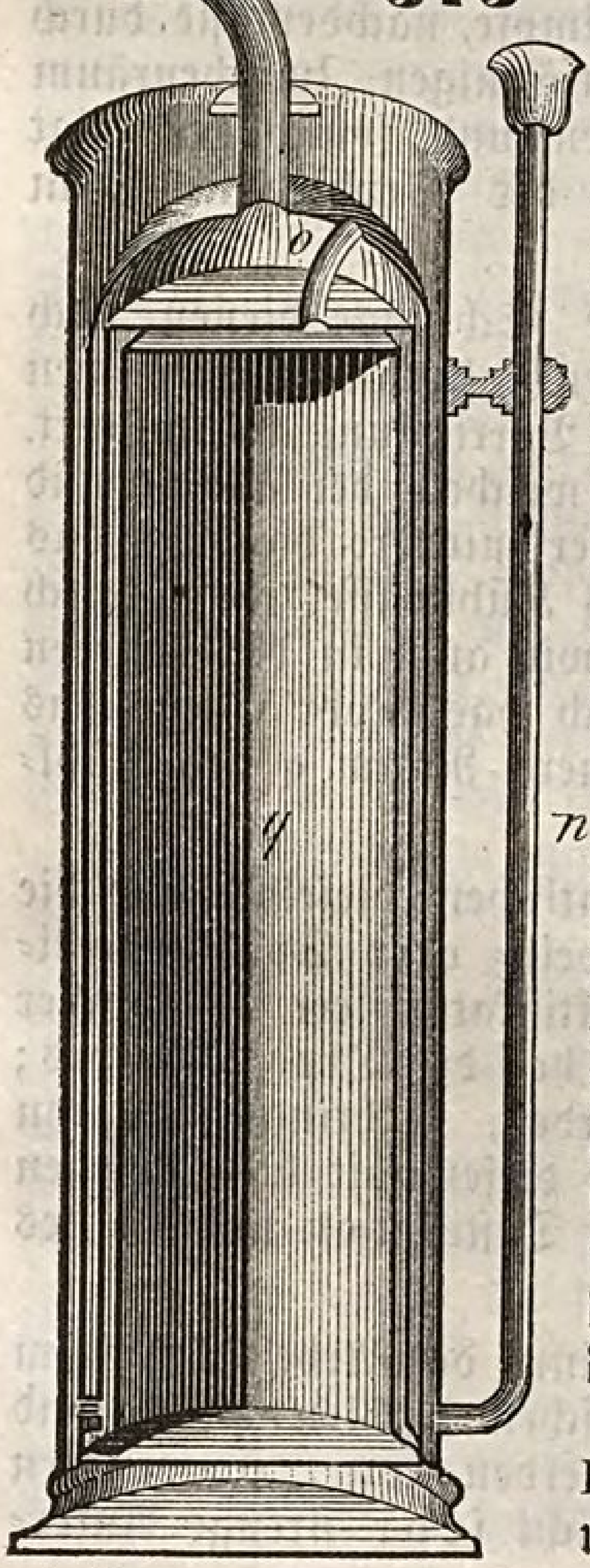
311



312



313



nicht mit der Branntweingewinnung abgeben, sondern fertigen, obwohl rohen ungereinigten Branntwein von den Oekonomien ankaufen, beschränkt sich der ganze Destillirapparat auf den Rektifikator und Dephlegmator nebst Kühlapparat, wogegen die Blasen und der Maischwärmer dann hinwegbleiben. Um aber einen vollständigen, allen bei der Branntweinbrennerei vorkommenden Arbeiten entsprechenden Apparat zu haben, ist hier der Rektifikator mit eingeschaltet. Es ist ein zylindrischer Behälter, der nach Belieben erhitzt oder nicht erhitzt werden kann. Die Erhizzung kann wieder auf doppelte Weise geschehen, je nachdem es dem Zwecke angemessen erscheint, entweder durch ein am Boden liegendes Spiralrohr i i, in welches durch ein Dampfrohr h h Wasserdampf geleitet wird, der durch das Rohr k wieder abströmt, in welchem Falle der in dem Rektifikator enthaltene Branntwein mit dem Wasserdampf nicht in Berührung kommt; oder durch direkt in den Rektifikator eingeleiteten Wasserdampf, wozu das Rohr l dient. Ein Hahn m am Boden des Rektifikators gestattet es, den Inhalt, sei dieser nun das aus den Dämpfen niedergeschlagene Phlegma, oder der Rückstand von der Rektifikation, abzulassen.

Wir kommen nun zu dem Dephlegmator E Fig. 311 und 312, der zugleich entwässern und entfuseln soll. Er besteht in einem, nach

unten sich etwas verengenden kupfernen Gefäße a a, welches äußerlich mit 5 aufwärts gerichteten, geschweiften Rändern b b umgeben ist, durch welche eben so viele ringförmige, den Behälter umgebende Rinnen gebildet werden. Diese Rinnen werden durch ein Rohr d, von welchem 5 mit Hähnen versehene Nebenröhren c c ausgehen, mit kaltem Wasser versorgt, während dasselbe, nachdem es durch Berührung mit dem heißen Dephlegmator erwärmt worden, durch 5 andere Röhren e e wieder abfließt, die sich in ein gemeinschaftliches Rohr f vereinigen. Man hat es auf solche Art in seiner Gewalt, durch das mehr oder weniger weite Oeffnen der Zuleitungshähne den Einfluß des kalten Wassers in die Rinnen, also auch die Abkühlung des Dephlegmators, mithin auch die Stärke des Spiritus beliebig zu reguliren. Oben ist ein dampfdicht schließender Deckel g, der auf einfache Art vermittelst dreier, an Scharnieren befestigter und mit Flügelmuttern versehener Schrauben h h h geschlossen und geöffnet werden kann. Das Abströmen der Dämpfe aus dem Dephlegmator geschieht durch vier nahe unter dem Deckel radial auslaufende Röhren, die in das kreisrunde Rohr k k einmünden, von wo aus sie nach dem Kühlapparat durch das Rohr l abströmen. Um nöthigenfalls das den Dephlegmator umgebende Kühlwasser ganz ablassen zu können, sind Löcher vorhanden, welche für gewöhnlich mit Korkstöpfeln geschlossen bleiben.

Zum Zweck der Entfuselung wird eine Anzahl (5) flacher, runder Behälter von Blech, mit durchlöchertem Boden, welche sich mit den Seitenwänden möglichst genau schließend an die Wand des Dephlegmators anlegen, und welche mit zerkleinter, jedoch nicht pulverförmiger, frisch ausgeglühter Kohle von Erlenholz gefüllt sind, eingesetzt. Diese Kohlenbehälter werden mit Deckeln von Blech geschlossen, welche am Rande nicht dampfdicht schließen, damit die Dämpfe, nachdem sie durch die Kohlen gegangen, nur durch den engen, spaltförmigen Zwischenraum zwischen Deckel und Seitenwand heraus können und somit genöthigt werden, mit den von Außen gekühlten Wänden des Dephlegmators in genaue Berührung zu treten.

Als Kühlapparat kann zwar eine gewöhnliche Schlange dienen, doch wird, zu größerer Ersparung an Kühlwasser, bei den Falkmann-Peters'schen Apparaten die in Fig. 313 besonders abgebildete Vorrichtung angewendet. Er enthält 3 konzentrische schmale Räume, von welchen der äußere und der innere das Kühlwasser enthalten, während der mittlere die durch das Rohr m einströmenden Dämpfe aufnimmt. Das Kühlwasser fließt durch das Rohr n unten sowohl in den äußeren, wie auch in den inneren Zwischenraum, um nach gemachter Wirkung durch das Rohr o und das Rohr p, Fig. 309 und 310, abzufließen. Der innere Raum q des Kühlapparates bleibt ganz leer und unbenutzt.

Die Behandlung des Apparates ist im Wesentlichen dieselbe, wie die des Pistorius'schen. Wenn es sich um Branntwein- oder Spiritusbereitung aus Maische handelt, so bleibt der Rektifikator leer, wirkt aber durch seine große kühlende Oberfläche wie ein Theil des Dephlegmators; soll dagegen fertiger Branntwein rektifizirt werden, so bringt man ihn in den Rektifikator, schließt den Hahn, welcher diesen mit dem übrigen Apparate in Verbindung setzt, und bewirkt die Destillation mittelst des Dampfrohrs i.

Die Kohlenbehälter werden täglich vor Beginn der Arbeit aus dem Dephlegmator genommen, ausgeleert, mit frischen Kohlen gefüllt und wieder eingesetzt, was in kurzer Zeit beschafft werden kann; sie erfüllen ihren Zweck der Entfuselung so gut, daß, wo nicht sehr strenge Anfor-

derungen in dieser Beziehung gemacht werden, das Destillat keiner weiteren Reinigung bedarf.

Hinsichtlich anderer Brennapparate, deren Beschreibung die dem vorliegenden Artikel vorgezeichneten Grenzen überschreiten würde, können wir auf das schon an anderen Stellen angeführte vortreffliche Lehrbuch der landwirthschaftlichen Gewerbe von Otto und Siemens verweisen, in welchem auch der Betrieb der Brennerei weit ausführlicher abgehandelt ist, als es in diesem kurzen Abrisse geschehen konnte.

Die Entfuselung des Branntweins wird zwar in dem Artikel Fuselöl näher besprochen werden, doch mögen einige Bemerkungen darüber schon hier einen Platz finden.

Ein jeder Branntwein, mag derselbe aus Korn, aus Kartoffeln oder selbst aus Wein dargestellt sein, besitzt einen eigenthümlichen, dem reinen Alkohol fremdartigen Geruch und Geschmack, der besonders bei den ersteren Beiden höchst unangenehm ist und von eigenthümlichen Aetherarten herrührt, welche mit dem allgemeinen Namen Fuselöl belegt werden. Wenn nun auch in einigen Gegenden das konsumirende Publikum einem mäßigen Fuselgeschmack keineswegs abhold sein mag, so ist doch bei jedem Spiritus, der zu Likör oder Riechwasser, oder zum Versetzen von Weinen gebraucht werden soll, eine völlig fuselfreie Beschaffenheit wesentliche Bedingung. Das Fuselöl ist zwar an und für sich wenig flüchtig und kocht erst bei höherer Temperatur, allein in Verbindung mit kochendem Wasser und Alkoholdämpfen verdampft es in nicht unbedeutender Menge. Es ist in reinem Wasser fast unlöslich, im Branntwein und Spiritus aber um so leichter löslich, je größer der Gehalt derselben an Alkohol ist.

Bei der Branntweindestillation nun scheidet sich aus dem Destillat eine Menge Fuselöl ab, welches zum Theil in dem Schlangenrohr, zum Theil auch in dem wollenen Spitzbeutel verbleibt, durch welchen man sowohl den Lutter wie auch den Branntwein zu filtriren pflegt.

Unter den verschiedenen zur Entfuselung vorgeschlagenen Mitteln sind es vornehmlich zwei, welche diesem Zweck entsprechen, nämlich 1. die Entwässerung der Dämpfe mittelst des Dephlegmators; 2. die Anwendung von Kohle. Da nämlich das Fuselöl wenig flüchtig ist, so muß sich in Folge der Erniedrigung der Temperatur innerhalb des Dephlegmators ein guter Theil des Fuselöles niederschlagen, weßhalb sich denn auch in dem Dampfraume des Maischwärmers und in den Becken des Pistorius'schen Apparates eine Menge Fuselöl absetzt, und der gewonnene Spiritus um so reiner ausfällt, je stärker man ihn entwässert. Gerade hierin liegt ein wesentlicher Vortheil der neueren Destillirmethode, und der Grund des Verfahrens, erst fertigen Spiritus zu bereiten, um ihn später wieder mit Wasser zu verdünnen.

Noch vollständiger gelingt die Entfuselung durch Kohle, wobei aber wieder zwei verschiedene Wege eingeschlagen werden können.

Der eine besteht darin, das flüssige Destillat mit Kohle zu behandeln, am besten, es durch ein mit Kohle gefülltes Faß zu filtriren. Da nun aber, wie oben erwähnt, das Fuselöl im Wasser ohne Vergleich weniger löslich ist, als im Alkohol, so ist es auch dem Branntwein um so leichter zu entziehen, je wässeriger derselbe ist. Wir müssen ausdrücklich darauf hinweisen, daß diese letztere Angabe keineswegs im Widerspruche steht gegen die früheren, wonach die Entfuselung um so vollständiger erfolgen soll, je stärker der Spiritus, denn dort setzte sich das Fuselöl aus den Dämpfen ab in Folge seiner geringeren Flüchtigkeit, hier dagegen soll es dem flüssigen Destillate entzogen werden, von welchem es um so hartnäckiger zurückgehalten wird, je mehr Alkohol das-

selbe enthält. Die Filtration durch Kohle wirkt demnach besser bei Branntwein als bei Spiritus. Wer also diese Reinigungsart benutzt und nur Branntwein zu bereiten beabsichtigt, dem werden die neueren Apparate mit Dephlegmator, abgesehen von der Ersparung an Brennstoff, keinen wesentlichen Nutzen gewähren.

Ein zweiter Weg, die Kohle in Anwendung zu bringen, besteht darin, die Dämpfe durch Kohle streichen zu lassen. Dieses Verfahren ist der entfuselnden Kraft der Kohle weniger günstig, und vielfältige Erfahrungen haben bewiesen, daß die bloße Destillation des Branntweins oder Spiritus durch Kohle nicht im Stande ist, eine einigermaßen genügende Entfuselung zu bewirken, und man sollte demnach auch dem Falkmann'schen Apparate geringe Wirkung zuschreiben. Erwägt man aber, daß sich die Kohle hier gerade an jener Stelle des Destillirapparates befindet, wo aus anderen Gründen, nämlich durch Verminderung der Temperatur, eine Abscheidung von Fuselöl vor sich geht, so ist es gewiß leicht erklärlich, daß die gleichzeitige und vereinigte Wirkung zweier, auf verschiedene Art wirkender Entfuselungsmittel einen sehr energischen Effekt bedingen könne. Es kommt dazu, daß während die Pistorius'schen Becken sich an den inneren Wänden mit einer dicken Schichte Fuselöl bekleiden, die nur schwierig und nie vollständig zu entfernen ist, die Spiritusdämpfe also bis zum letzten Augenblick mit vielem Fuselöl in Berührung bleiben, der Falkmann'sche Apparat durch die tägliche Entfernung der Kohle eine vollständige Reinigung erfährt, welche auch auf die Reinheit des Destillates nicht ohne Einfluß bleiben kann.

Dextrin. Eine dem Gummi nahe verwandte Substanz, welche durch kurze Einwirkung verdünnter Säuren oder einer Malzinfusion auf Stärkemehl entsteht.

Es ist im reinsten Zustande farblos, gewöhnlich aber gelblichweiß, geschmack- und geruchlos, durchsichtig und von glasigem Bruch, und in völlig ausgetrocknetem Zustande spröde und zerreiblich. Es ist selbst im kalten Wasser löslich und bildet damit eine dickflüssige, klebende Flüssigkeit. In Weingeist ist es unlöslich und wird dadurch aus seiner wässerigen Lösung gefällt. Vom Jod wird es nicht gefärbt; ist aber die Umwandlung der Stärke in Dextrin nicht völlig erreicht, so entsteht durch Jod eine röthliche oder violette Färbung. Es scheint überhaupt der Uebergang des Stärkemehls in Dextrin keine plötzliche, sprungweise Umwandlung zu sein, sondern durch unmerkliche Umgestaltung zu Stande zu kommen, so daß eine scharfe Grenze nicht existirt. Vom Gummi unterscheidet es sich theils durch den geringeren Grad der Klebrigkeit der wässerigen Lösung, theils dadurch, daß es durch Einwirkung von Salpetersäure sich in Oxalsäure, nicht in Schleimsäure verwandelt.

Der Name „Dextrin" bezieht sich auf die Eigenschaft dieses Körpers, die Polarisationsebene der Lichtstrahlen, wenn sie durch seine wässerige Lösung hindurchgehen, mehr als andere organische Substanzen nach der rechten Seite zu drehen.

Da das Dextrin in verschiedenen Fällen als ein sehr brauchbares und wohlfeiles Surrogat des Gummi arabicum angewendet werden kann, z. B. zur Verdickung der Farben in der Kattundruckerei, zur Appretur, zur Weberschlichte, selbst in der Medizin, so ist seine Bereitung besonders in Frankreich und England, weniger bis jetzt in Deutschland, zu einem eigenen Industriezweige herangewachsen.

Zur Fabrikation des Dextrins wird stets Kartoffelstärke genommen, da sie nicht nur viel wohlfeiler, sondern auch reiner ist, als Weizenstärke.

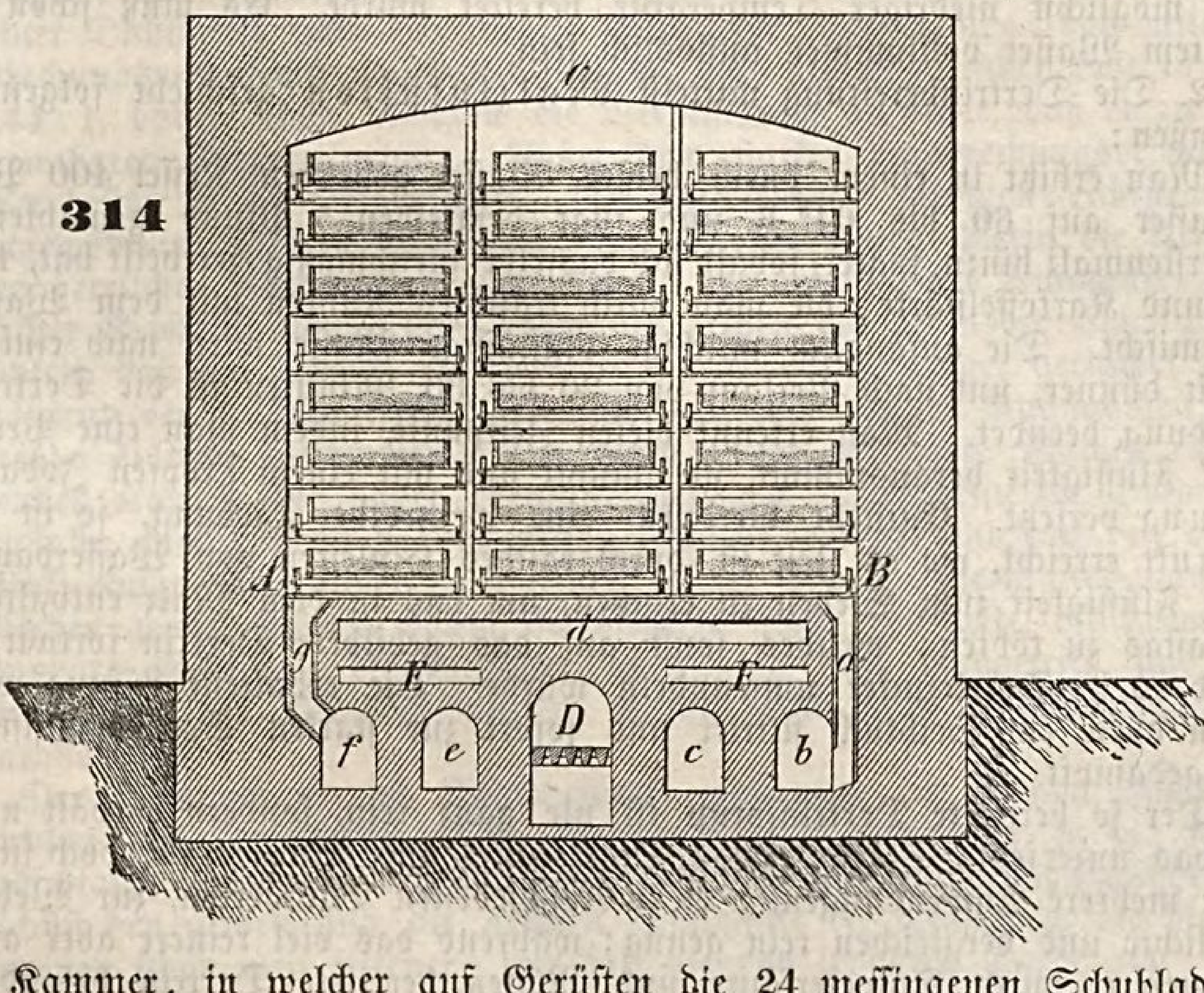
Die Umwandlung von Stärke in Dextrin kann auf verschiedene Art erfolgen, nämlich:

1. durch gelinde Röstung,
2. durch scharfe Austrocknung nach Zusatz von wenig Salpetersäure,
3. durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure,
4. durch Behandlung mit Malzextrakt.

Unter diesen Bereitungsarten finden nur die zweite und vierte Anwendung im Großen.

1. Dextrinbereitung mittelst Salpetersäure. Auf 1000 Pf. trockener Kartoffelstärke werden 4 Pfund Salpetersäure von 36° Baumé mit 300 Pfund Wasser verdünnt, und die Stärke damit gemischt. Die so angesäuerte feuchte Stärke wird nun in einer gewöhnlichen Trockenstube auf Börten getrocknet, sodann mit einer Schaufel zerdrückt und nunmehr einer scharfen Austrocknung oder anfangenden Röstung unterworfen. Ein gewöhnlicher Backofen kann dazu dienen, in welchen man die auf flachen messingenen Schubladen ausgebreitete Stärke schiebt und sie so lange in dem Ofen läßt, bis die weiße Farbe anfängt ins Gelbliche zu ziehen. Zur Fabrikation im Großen dient weit besser ein eigener Ofen mit Luftheizung, wie er in Figur 314 abgebildet ist. A B C ist

314



die Kammer, in welcher auf Gerüsten die 24 messingenen Schubladen ruhen, deren jede mit gesäuerter Stärke in einer etwa 1 bis 1½ Zoll hohen Schicht belegt wird, und die in Gestalt kleiner Wagen mit Rädern versehen sind, um bequem in die Kammer und aus der Kammer geschoben zu werden. Die Erwärmung der Kammer geschieht mittelst einer in dem unteren dicken Gemäuer enthaltenen Heizvorrichtung. In dem Feuerraume D wird geheizt, worauf die Feuerluft durch die flachen Kanäle E und F in den Schornstein abzieht. Die zu erhitzende Luft zirkulirt innerhalb des erhitzten Mauerwerks, indem sie aus der Heizkammer durch den Kanal a in den Kanal b, sodann nach c, sodann aufwärts in den breiten flachen Kanal d, von da abwärts nach e, hierauf nach f strömt und endlich durch g wieder in die Kammer gelangt. Die Zirkulation der Luft beruht also darauf, daß die in dem Kanal g enthaltene Luft heißer,

mithin leichter ist als die in a herabsinkende. Wir müssen aber bekennen, daß uns dieser von Payen bekannt gemachte Heizapparat mangelhaft erscheint; denn offenbar geht der Zweck dahin, alle Schubladen möglichst gleichmäßig zu erwärmen, während die Luftheizung bei dem hier angewandten System gerade auf der Voraussetzung beruht, daß an der Seite B des Darrraumes eine niedrigere Temperatur herrscht, als an der Seite A. Es dürfte daher zweckmäßiger sein, die Zirkulation und etwas Brennstoff zu opfern, dagegen aber die in den unteren Kanälen erhitzte Luft an mehreren Stellen in den Ofen einströmen zu lassen, und einen Abzugkanal in der Mitte des oberen Gewölbes anzubringen.

Die Temperatur im Ofen soll nicht über 96° R. betragen, wenn man ein Produkt von nur schwacher Färbung verlangt. In Zeit von 1½ Stunden ist die Umwandlung der Stärke in Dextrin beendet. Selbst bei 80° R. geht die Umwandlung von Statten, und man erhält so ein ganz weißes Dextrin, nur geht der Prozeß langsamer vor sich. Läßt man dagegen die Temperatur auf 104° R. steigen, so dauert die Operation nur 40 Minuten, aber das Produkt ist ziemlich stark gefärbt.

Das so gewonnene Dextrin ist pulverförmig und hat ganz das Ansehen von unveränderter Stärke, selbst dessen Weiße, wenn es sehr vorsichtig bei möglichst niedriger Temperatur bereitet wurde. Es muß schon in kaltem Wasser vollkommen auflöslich sein.

2. Die Dextrinbereitung mittelst Malzinfusion geschieht folgender Maßen:

Man erhitzt in einem durch heißes Wasser geheizten Kessel 400 Pfd. Wasser auf 60 bis 64° R. und fügt demselben 5 Pfund gemahlenes Gerstenmalz hinzu, später, sobald sich dasselbe gleichmäßig zertheilt hat, 100 Pfund Kartoffelstärke, die man durch kräftiges Rühren mit dem Wasser vermischt. Die anfänglich milchige dickflüssige Masse wird nach einiger Zeit dünner, und nach Verlauf von 20 bis 30 Minuten ist die Dextrinbildung beendet. Man erkennt diesen Zeitpunkt, indem man eine Probe der Flüssigkeit herausnimmt, sie abkühlt und mit einem Tropfen Jodauflösung versetzt. Entsteht hierdurch eine weinrothe Färbung, so ist der Punkt erreicht, wo es Zeit ist, durch rasches Einleiten von Wasserdampf die Flüssigkeit zum Sieden zu erhitzen, um das in dem Malz enthaltene Diastas zu tödten, welches sonst auf das gebildete Dextrin fortwirken und es in Stärkezucker umwandeln würde. Die erhaltene Lösung wird nun durch ein Seihtuch filtrirt und sofort zur starken Syrupskonsistenz eingedampft.

Der so bereitete Dextrinsyrup ist nie ganz rein, sondern enthält noch etwas unzersetzte Stärke, etwas Stärkezucker und Malzextrakt, doch ist er für mehrere Anwendungen, z. B. zu verschiedenen Backwerken, zur Weberschlichte und dergleichen rein genug; während das viel reinere aber auch theuerere, durch Salpetersäure und Rösten bereitete Dextrin besonders beim Zeugdruck als Verdickungsmittel der Beizen, sowie auch zum Appretiren feiner Gewebe benutzt wird.

Das durch bloßes Rösten der Stärke ohne Salpetersäure bereitete Dextrin wird von den Franzosen mit dem Namen Leiogomme oder (unrichtig) Leiocomme, selbst Leiocome belegt.

Diamant. Wurde ehedem zu den Steinen oder erdigen Mineralkörpern gerechnet, zu denen er aber als reiner Kohlenstoff, wenn auch im stark verdichteten und krystallisirten Zustande, eigentlich nicht gehört. Er ist ohne Zweifel sowohl seines herrlichen Ansehens, als auch seiner Gesammteigenschaften wegen einer der interessantesten Körper, so wie er auch durch seine Seltenheit unter allen Edelsteinen im höchsten Preise

steht. Zu den hervorstechenden äußeren Eigenschaften gehört die ungemeine Härte, in welcher der Diamant unter allen bekannten Körpern oben an steht, so daß er alle übrigen Körper ritzt; so wie der eigenthümliche, nicht wohl zu beschreibende, aber leicht erkennbare Demant-Glanz. Das spezifische Gewicht ist = 3,55. Durch Reibung wird er sowohl im rohen, wie geschliffenen Zustande positiv elektrisch, verliert aber die Elektrizität wieder vollständig innerhalb einer halben Stunde. Er krystallisirt in regulären Oktaëdern und anderen, mit demselben in nahem Zusammenhange stehenden Formen, z. B. dem Rhombendodekaëder, Tetraëder u. a. m., dabei besitzt er einen ausgezeichneten vierfachen Blätterdurchgang nach den Richtungen der Oktaëderflächen und ist daher ungeachtet seiner großen Härte spröde, so daß er sich im Mörser pulverisiren läßt. Der ebenerwähnte vierfache Blätterdurchgang, mit dessen Benutzung man aus dem unregelmäßigst geformten Diamant ein reguläres Oktaëder herausspalten kann, ist für seine Bearbeitung zu Schmucksteinen von großer Wichtigkeit, indem durch zweckmäßiges Spalten oder Kloven des rohen Diamantes die mühsame und zeitraubende Arbeit des Schleifens sehr erleichtert und abgekürzt wird.

Je nach seiner äußeren Krystallform besitzt er theils einfache, theils doppelte Strahlenbrechung. Er bricht sehr stark, und weit stärker als man seiner Dichtigkeit nach vermuthen sollte, die Lichtstrahlen; das mittlere Brechungsverhältniß zwischen Diamant und atmosphärischer Luft ist wie 2,44 : 1, daher schon Newton die Vermuthung aufstellte, daß er zu den brennbaren Körpern gehöre. Außer dem starken Lichtbrechungsvermögen aber besitzt er die Eigenschaft, die verschiedenen farbigen Lichtstrahlen ungewöhnlich stark zu zerstreuen, und besonders liegt hierin die Ursache des herrlichen Farbenspiels oder Feuers der geschliffenen Diamante.

Die Krystallisationen des Diamants zeigen die besondere Eigenthümlichkeit, daß die Flächen fast jederzeit mehr oder weniger gerundet sind, während bei anderen krystallisirten Körpern mit seltenen Ausnahmen nur gerade Flächen vorkommen. Die durch solche gerundete Flächen entstehenden Kanten sind daher ebenfalls gebogen, daher denn die Diamantkrystalle, zumal wenn sie von vielen Flächen begrenzt sind, auf den ersten Blick einige Aehnlichkeit mit einer Kugel haben. Betrachtet man die Flächen genau mit der Loupe, so bemerkt man eine zarte, oft kaum erkennbare Reifung, die mitunter aber auch stark hervortritt, und den Richtungen der Oktaëder-Kanten, mithin auch dem Blätterdurchgange parallel läuft.

Der Diamant ist im Allgemeinen, und zwar im reinsten Zustande, farblos und durchsichtig, doch kommt er auch, wiewohl in der Regel nur blaß, gefärbt vor, besonders gelblich, bräunlich, selbst schwärzlichbraun. Nächst den gelben sind die grünen Diamante die häufigsten, die blauen kommen schon weit seltener, und fast nie von lebhafter Farbe vor. Die hellrothen sind unter den farbigen die kostbarsten, und werden mitunter sogar theurer bezahlt, als völlig wasserklare Steine. Im Allgemeinen jedoch stehen die farblosen, wasserklaren Diamante im höchsten Preise. Nicht nur durch Erhitzen bis nahe zum Glühen, sondern auch durch Insolation, d. h. durch Einwirkung der hellen Sonnenstrahlen, phosphoreszirt er und zwar in diesem letzteren Falle noch eine geraume Zeit nachdem er den Sonnenstrahlen entzogen wurde. Besonders wirksam zeigen sich hierbei die blauen Sonnenstrahlen, so daß sogar ein Diamant, den blauen Strahlen exponirt, im Dunklen länger fortleuchten soll, als wenn man ihn dem vollen weißen Sonnenlichte darbot.

Das geognostische Vorkommen des Diamantes scheint sich auf das Diluvial-Schuttland, ein Glied des sogenannten aufgeschwemmten Lan-

des, also eines der jüngsten Gebilde zu beschränken, welches im Allgemeinen aus Ablagerungen von Geschieben verschiedener Kieselfossilien besteht, die oft zu ziemlich festen Konglomeraten verkittet sind. Eine solche, aus Quarzgeröllen und eisenhaltigem Sande bestehende, mit Geschieben von Eisenglimmerschiefer, Linsenerz, gemeinem Brauneisenstein, Jaspis und Amethyst untermengte, in der Regel lockere, hin und wieder auch zu einem festen Konglomerate verbundene Masse ist es, in welcher sich die brasilianischen, so wie die ostindischen Diamante vorfinden. In Brasilien ruht dieses Schuttland, hier Cascalho genannt, auf einem Lager von quarzhaltigem Talkschiefer, und die Diamante finden sich meistentheils einzeln und freiliegend, fast nie mit anderen Gesteinen verwachsen, in dem ersteren. Nur als seltene Ausnahmen sind Diamante in Brauneisenstein eingewachsen beobachtet; so befand sich in der schönen Sammlung Heulands ein brasilianischer Diamant in Brauneisenstein; auch die Mineraliensammlung des Herrn v. Eschwege zählt ein Stück Brauneisenstein zu ihren Schätzen, das einen in einer Drusenhöhlung eines grünen Fossils, wie es scheint arsenikfauren Eisens, eingelagerten Diamant enthält, daher denn mit vieler Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist, daß das eigentliche Muttergestein der brasilianischen Diamante in dem Brauneisenstein besteht, der dort in Lagern eines schiefrigen, quarzreichen und glimmerhaltigen Eisensteins, so wie in Lagern von Magneteisenstein vorkommt, welche wieder dem Urthonschiefer jener Gegenden untergeordnet zu sein scheinen.

Das lockere, diamantführende Schuttland liegt jederzeit in geringer Tiefe unter der Erdoberfläche, vorzugsweise an den unteren Ausweitungen breiter Thäler und hier weit häufiger, als auf den Rücken der benachbarten Hügel.

Als eigentliche Diamant-Distrikte sind bis jetzt nur zwei Gegenden auf unserer Erde bekannt, ein Theil der ostindischen Halbinsel nämlich und eine Gegend Brasiliens. Auch in den berühmten Gold- und Platinseifen am Ural haben sich einzelne Demante vorgefunden, ohne jedoch bis jetzt eine bedeutende Ausbeute zu gewähren.

Indien ist schon von Alters her als die Heimat der Diamante berühmt. Die Hauptfundorte sind in den Königreichen Golconda und Visapour, und dehnen sich von Cap Comorin am Fuße der Orixa-Bergkette, die dem Trapp anzugehören scheint, bis nach Bengalen aus. Der Diamant liegt in dem Boden vereinzelt und ist dabei mit einer erdigen Umhüllung bekleidet, so daß es, selbst an den reichsten Stellen, kaum möglich ist, ihn geradezu mit dem Auge zu entdecken. Man zerschlägt daher die mehr zusammenhängenden Stücke des Konglomerates, und wäscht sie nebst der demantführenden lockeren Erde in eigens zu dem Ende angelegten Gruben, durch welche Wasser hindurchgeleitet wird, um die feineren erdigen und sandigen Theile hinweg zu spülen. Der zurückbleibende Grand wird auf einer geebneten Stelle neben der Grube zum Trocknen ausgebreitet, worauf sich nun die Diamante an ihrem Glanz im Sonnenschein erkennen und auslesen lassen.

Das Vorkommen von Diamanten in Brasilien wurde zuerst im Jahre 1728 in dem Distrikt Serro - do - Frio entdeckt, und hat seitdem zu einer sehr ausgedehnten Diamantgewinnung geführt.

Die berühmteste brasilianische Diamantwäsche ist die von Mandarga am Jigitonhonha im Distrikt Serro do Frio, nördlich von Rio Janeiro.

Der Fluß Jigitonhonha, der etwa 3 Mal so breit, als die Seine bei Paris, und 3 bis 9 Fuß tief ist, wird zu einer gewissen Periode in der trockenen Jahreszeit auf die Art trocken gelegt, daß man das Wasser seitwärts durch Schleusen abläßt, worauf der Cascalho oder diamant-

führende Grand aus dem Flußbette herausgebracht und in Haufen von 15 bis 16 Tonnen Gewicht zusammengefahren wird, um später während der nassen Jahreszeit in Muße dem Verwaschen unterworfen zu werden. Das Verwaschen selbst geschieht unter einem großen, länglich viereckigen Dach in einer Menge einzelner in dem Boden eingegrabener Kasten, in welche ein bestimmtes Quantum Cascalho eingelegt, und durch Hindurchleiten von Wasser von allen feineren abschwemmbaren Theilen gereinigt wird.

Bei jedem Kasten ist ein Neger angestellt, während in bestimmten Entfernungen von einander die Aufseher auf erhöhten Bühnen sitzen, um die Sklaven genau beobachten zu können. So wie ein Diamant gefunden ist, erhebt sich der Neger und liefert ihn an den Aufseher ab. Hat ein Neger das Glück, einen Diamant von 17½ Karat zu finden, so erhält er seine Freiheit. Daß übrigens durch alle ersinnlichen Vorkehrungen dafür gesorgt wird, das Entwenden von Diamanten durch die Neger unmöglich zu machen, läßt sich leicht ermessen. Jede unter einem Dache beschäftigte Abtheilung Arbeiter besteht aus 200 Negern nebst den zugehörigen Aufsehern, einem Arzt und einem Geistlichen.

Das flache Land zu beiden Seiten des Flusses ist durchgehends mit einer Schicht diamantführenden Schuttlandes bedeckt, daher man leicht ermessen mag, welche Menge von Diamanten an diesem einen Punkte noch zu erbeuten sind.

Die mit einer grünlichen Kruste überzogenen Diamante sollen im Allgemeinen die besten und vom ersten Wasser, d. h. nach dem Schleifen vollkommen wasserklar sein.

Alle Diamante, die aus den verschiedenen Wäschen eines Distrikts erfolgen, werden monatlich bei der Schatzkammer in Tejuco eingeliefert. In den 6 Jahren von 1801 bis 1806 sollen jährlich etwa 18- bis 19,000 Karat Diamante gewonnen worden sein.

Ein anderer diamantführender Strom ist der Rio Pardo, an dessen Ufern ebenfalls Diamantwäschen in Betrieb sind. Reicher, diamantführender Cascalho kömmt inzwischen hier hauptsächlich nur im Flußbette vor, und zeigt hinsichtlich der begleitenden Gesteine einige Abweichung von dem zu Mandarga; so kommt unter ihnen kein Linsenerz, dagegen aber sehr viel Jaspisschiefer in einzelnen Geröllen vor. Die Gegend, in der die Diamantwäschen des Rio Pardo liegen, ist ein sehr hohes, wahrscheinlich nicht unter 5500 Fuß über dem Meeresspiegel erhabenes Plateau. Die Diamante des Rio Pardo, besonders die äußerlich grünlichblauen, werden sehr gesucht.

34 Legoas nordöstlich von Tejuco liegt Tocaya, eines der wichtigsten Dörfer von Minas-Novas, in dem spitzen Winkel, den der Jigitonhonha bei seinem Zusammenfluß mit dem Rio-Grande bildet.

In der Nachbarschaft dieses Dorfes, nämlich in den Cantonen Indaia und Abaïte, werden die größten brasilianischen Diamante gefunden, die jedoch hinsichtlich der Reinheit des Wassers hinter denen von Serro do Frio in etwas zurückstehen und ein wenig ins Gelbliche spielen.

In den Bächen, die westlich sich in den Jigitonhonha ergießen, kommen auch die unter dem Namen Minas-Novas bekannten weißen Topasgeschiebe nebst blauen Topasen, so wie auch sehr schöne Chrysoberylle vor, die in Brasilien in hohem Ansehen stehen.

Außer den bezeichneten Fundorten soll auch das Innere von Borneo und zwar der Fluß Succadan, endlich auch die Halbinsel Molana Diamante liefern.

Neuerdings sind auch am Ural Diamante, obwohl nur als Seltenheit, entdeckt.

Louis de Berquem war es, der 1476 die Kunst erfand, die Diamante durch gegenseitiges Aneinanderreiben zu schleifen, und mit ihrem eigenen Pulver zu poliren, wie dieß in dem Artikel „Diamantschleiferei" näher beschrieben ist.

Der Diamant behauptet hinsichtlich der Schönheit, Dauerhaftigkeit und des Preises den ersten Rang unter den Edelsteinen, und nimmt bei fehlerfreier Beschaffenheit und steigender Größe in so starker Progression an Werth zu, daß über eine gewisse Grenze hinaus jede Regel der Preisbestimmung wegfällt.

Der größte bekannte Diamant gehört der Krone von Portugal. Er ist noch roh und wiegt 1680 Karat; ist 4 Zoll lang und 3 Zoll dick und würde, geschliffen, der Rechnung nach 5,699,800 Pf. Sterl. werth sein *). Nächst diesem folgt der große Diamant des Rajah von Mattan auf Borneo. Er ist vom reinsten Wasser, wiegt 367 Karat, oder etwas über 5 Loth Kölln. **), und hat eine eiförmige Gestalt mit einer einspringenden Höhlung an dem spitzeren Ende. Er wurde vor etwa 100 Jahren bei Landak gefunden, und ist, obgleich schon mehrere Kriege um seinen Besitz geführt sind, bisher Eigenthum der Mattanschen Fürstenfamilie geblieben. Als ein Gouverneur in Batavia ihn zu kaufen wünschte, und 150,000 Dollars, nebst zwei Kriegsschiffen mit Kanonen und Munition und außerdem noch eine Anzahl großer Kanonen mit Pulver und Kugeln dafür bot, erklärte der Rajah, ihn um keinen Preis der Welt von sich lassen zu wollen. Denn dieser Diamant wird als ein Talisman verehrt, auf dem das Glück des Rajah und seiner Familie beruhe.

Der dritte Diamant, der Größe nach, befand sich früher im Besitze des Großmoguls, dessen Reich jetzt freilich nicht mehr existirt. Der Reisende Tavernier aber sah ihn noch dort und schätzte seinen Werth auf 2,800,000 Rthl. Er wog 279 Karat, sollte aber beim Schleifen die Hälfte seines ursprünglichen Gewichtes verloren haben.

Außer diesen drei größten Diamanten sind noch die folgenden durch ihre Größe berühmt: Der des Kaisers von Rußland, von 193 Karat und der Größe eines Taubeneies. Die Kaiserin Katharine soll ihn von einem griechischen Kaufmann für die Summe von 630,000 Rthl. und eine jährliche Rente von 28,000 Rthl. gekauft haben. Er soll nämlich früher eines der Augen der berühmten Statue des S h e r i g a n im Tempel des Bramah gebildet haben, und von einem französischen Grenadier, der nach Malabar desertirt war, und dort Dienste genommen hatte, entwendet sein. Er floh damit nach Malabar und verkaufte ihn dort an einen Schiffskapitän für 14,000 Rthl., der ihn wiederum für 84,000 Rthl. einem Juden überließ. Von diesem endlich erhielt ihn jener griechische Kaufmann für eine große Summe Geldes.

Der dem Kaiser von Oesterreich gehörige große Diamant wiegt 139 Karat. Er spielt zwar ein wenig ins Gelbliche, ist aber nichts desto weniger auf 700,000 Rthl. geschätzt. Sehr ausgezeichnet, wenn auch nicht durch seine Größe, so doch durch seine vollkommene Klarheit und Farblosigkeit, sowie durch den vollendet schönen Schliff ist der Pitt oder Regent im Besitz des Kaisers der Franzosen. Er wiegt 136 Karat. Sein imaginärer Werth ist auf 1,200,000 Rthl. angeschlagen, er kostete jedoch nur 700,000 Rthl.

Der durch die Londoner Ausstellung so bekannt gewordene, von der Königin Victoria ausgestellte Koh-ei-nur (Berg des Lichts) in Gestalt einer großen, an zwei Seiten aber durch abnorme große Abstumpfungs-

---

*) Die Echtheit desselben wird stark bezweifelt.

**) 1 Karat zu 4 Grain = 0,0140625 Loth Cöln. = 0,205537 Gramme.

flächen sehr verunstalteten Rosette, wiegt 186 Karat. In dem illustrirten Kataloge der Londoner Ausstellung ist durch sehr ausführliche Erzählung der Geschichte dieses Diamantes versucht, zu zeigen, daß der Koh=ei=nur mit dem vorhin erwähnten Groß=Mogul identisch sei. Da aber Tavernier, ein sehr kenntnißreicher Juwelier, Indien hauptsächlich in der Absicht bereisete, um Diamante einzukaufen, daher auch von den Formen geschliffener Steine geläuterte Begriffe haben mußte; da er ferner von dem Groß=Mogul eine Zeichnung gab, welche, wie die folgenden Figuren zeigen, von dem Koh=ei=nur ganz wesentlich abweicht; da er auch die auf den ersten Blick in die Augen fallenden monströsen Abstumpfungen mit keiner Sylbe erwähnt, und den Groß=Mogul als einen gelben Diamant beschreibt: so ist an jene Identität kaum zu glauben.

Der Sancy, von ungewöhnlicher, aber ausgezeichnet schöner Form, der im Jahre 1835 dem Fürsten Paul Demidoff gehörte und im Jahr 1836 in Paris für 625,000 Frcs. verkauft wurde, wiegt 53 Karat.

Wir fügen hier einige Abbildungen großer Diamante in natürlicher Größe bei.

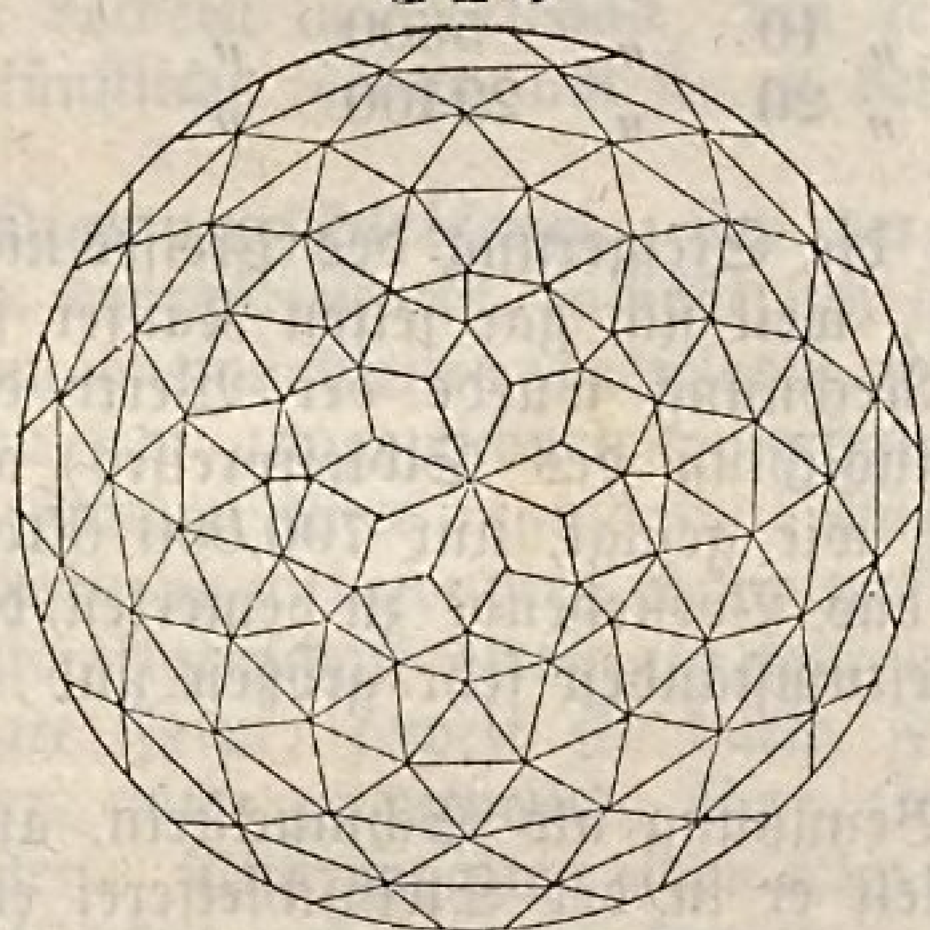
Figur 315 der Groß=Mogul. Die Zeichnung ist nach einer von Marion Bourguignon in Paris genau nach Taverniers Beschreibung und Zeichnung in Glas ausgeführten Nachbildung entworfen.

Fig. 316 der Regent, nach einer eben solchen Nachbildung.

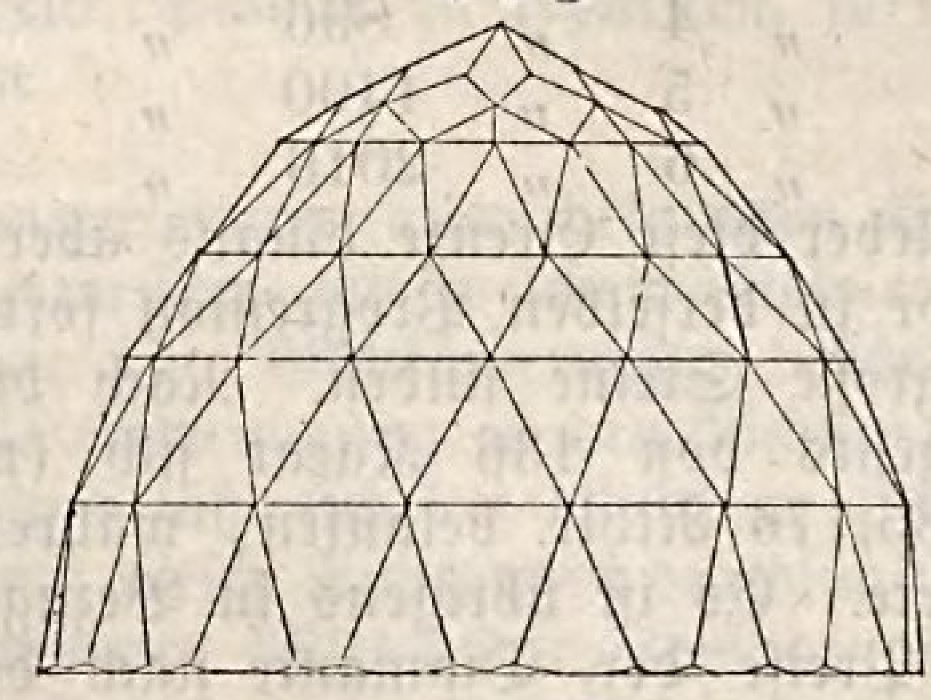
Fig. 317 der Sancy, auch nach einem Bourguignon'schen Modelle.

Fig. 318 der Koh=ei=nur, nach einer von Apsley, Pellat & Comp. in London ausgeführten Nachbildung in Glas.

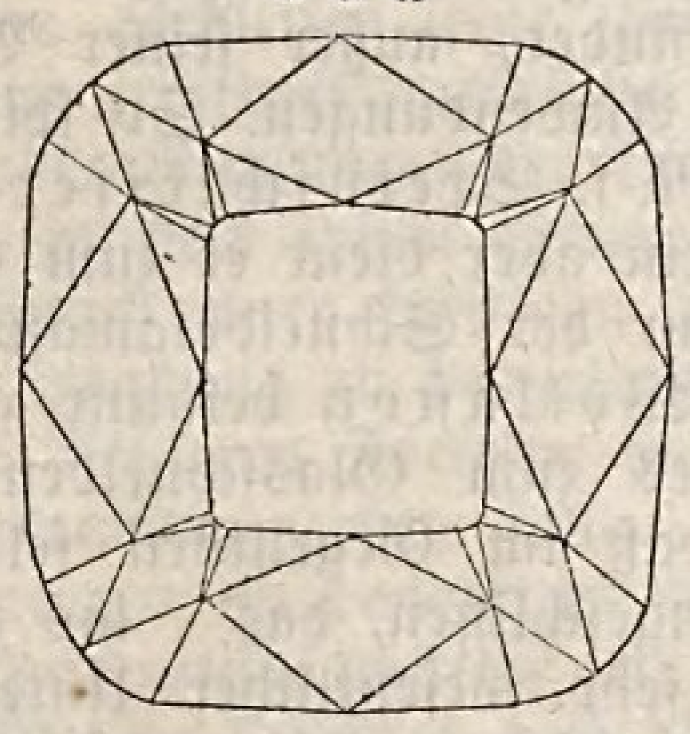
315



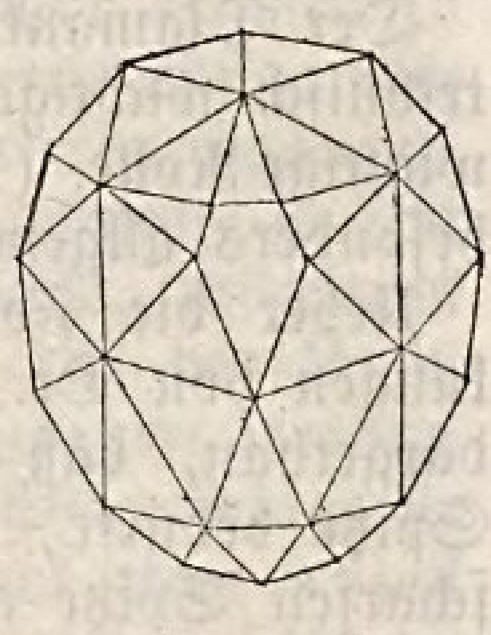
315



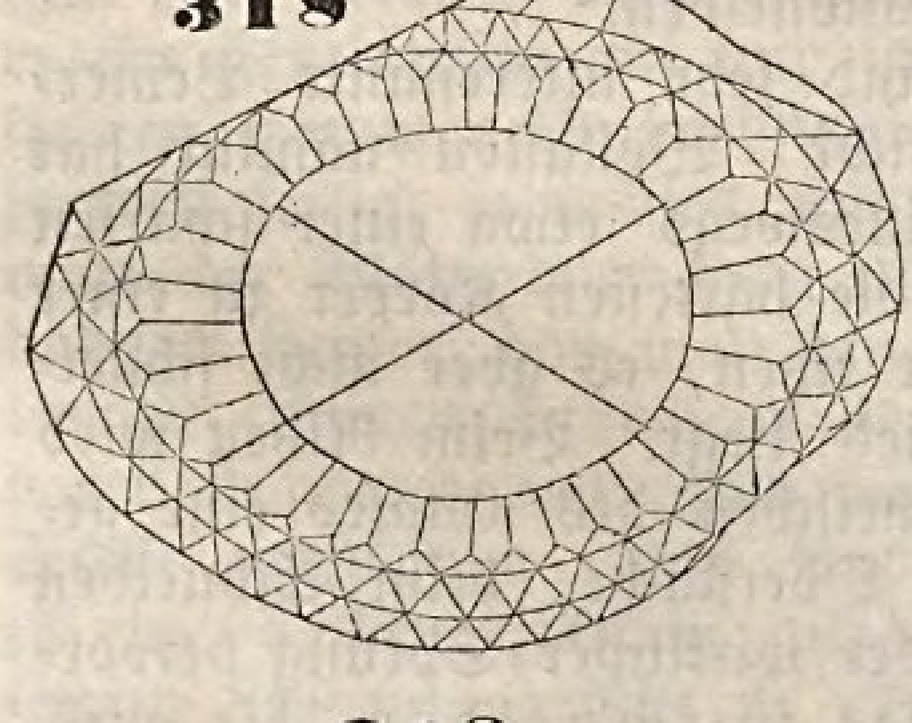
316



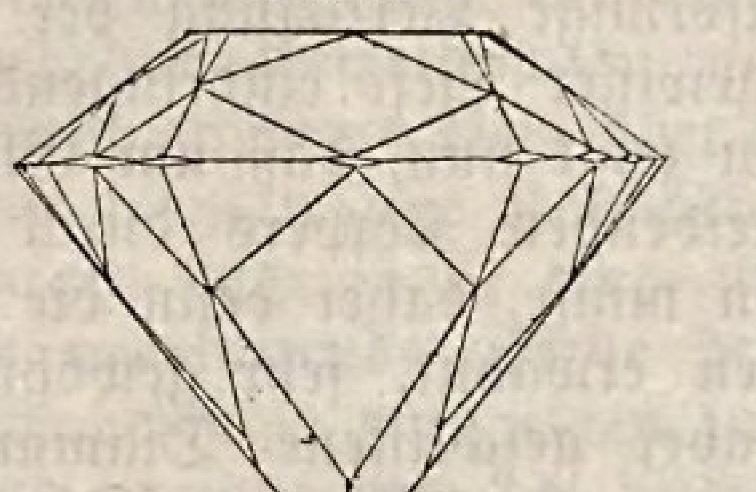
317



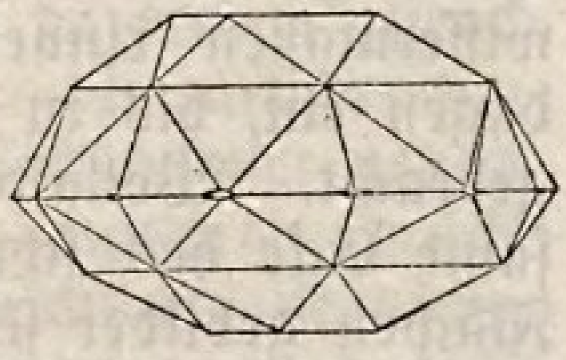
318



316



317



318



Alle diese großen Diamante sind ostindischen Ursprungs. Der größte bisher gefundene brasilianische Diamant, der sich im Besitz der Krone Portugals befindet, nächst der zweifelhaften, wiegt nach der höchsten Bestimmung 120 Karat und fand sich in einem Bach bei Abaïte.

Der Werth gewöhnlicher, zwar beträchtlicher, aber nicht ausgezeichnet großer, gut geschliffener Diamante von schönem Wasser läßt sich nach einer einigermaßen feststehenden Regel berechnen. Bei Brillanten und Rosetten von richtigen Proportionen geht beim Schleifen ungefähr die Hälfte vom Gewicht des rohen Diamanten verloren, daher denn ein geschliffener Diamant (mit Ausschluß der Schleifkosten) so viel kostet, als ein roher Diamant von dem doppelten Gewicht. Nun aber verhalten sich die Preise zweier Diamante von übrigens gleicher Güte, aber verschiedener Größe zu einander, wie die Quadrate der Gewichte, mithin der Preis des geschliffenen Diamantes zu dem des ungeschliffenen wie $2 \times 2 = 4:1$.

Der ungefähre Preis roher, aber guter schleifwürdiger Diamante von 1 Karat Gewicht beträgt etwa 14 Reichsthlr. Da aber zu einem geschliffenen Diamant von 1 Karat ein roher von etwa 2 Karat gehört, und sich der Preis eines 2karatigen rohen zu dem eines 1karatigen verhält, wie $= 4:1$, so wird auch der geschliffene 1karatige den vierfachen Preis eines rohen 1karatigen haben, mithin circa 56 Rthlr. kosten.

Demnach ist der Preis eines geschliffenen guten Diamanten

von 1	Karat	56	Rthlr.	von 7	Karat	2744	Rthlr.
„ 2	„	224	„	„ 8	„	3584	„
„ 3	„	504	„	„ 9	„	4530	„
„ 4	„	896	„	„ 10	„	5600	„
„ 5	„	1400	„	„ 20	„	22400	„
„ 6	„	2016	„				

Ueber diese Grenze hinaus aber kann die Steigerung des Preises nicht mehr in derselben Progression fortgehen, weil sich gar selten Käufer für so große Steine finden. Nach dieser Rechnung würde der Werth des Regents von 136 Karat sich (mit Ausschluß des Schleifpreises) auf 1,035,776 Rthlr. belaufen, während er, wie gesagt, nur 700,000 Rthlr. kostete. Es ist übrigens in Bezug auf das Vorstehende zu bemerken, daß die Preise der Diamante nach den Zeitumständen sehr großen und oft schnellen Schwankungen unterliegen.

Der Diamant findet, außer seiner Benutzung als Schmuckstein, auch technisch wichtige Anwendungen. So spielt er in der Steinschleiferei eine wichtige Rolle. (M. s. Steinschleiferei und Diamantschleiferei), besonders allgemein aber dient er zum Glasschneiden.

Ueber die Form der Schneiddiamante sind sehr interessante Bemerkungen von Dr. Wollaston bekannt gemacht. Wollaston nämlich hat dargethan, daß es zum Glasschneiden keineswegs etwa einer scharfen Spitze bedürfe, daß im Gegentheil selbst die härtesten Körper zu einer scharfen Spitze angeschliffen, das Glas zwar ritzen, es aber nicht schneiden, worin ein sehr wesentlicher Unterschied liegt. Beim Ritzen wird durch gewaltsames Hinwegreißen feiner Theilchen des Glases eine gewissermaßen rinnenförmige Vertiefung der Oberfläche, beim Schneiden dagen ein, bis zu gewisser Tiefe eindringender wirklicher Sprung hervorgebracht. Wollaston zeigt nun, daß um Glas zu schneiden, die wirksame Ecke des schneidenden Körpers durch gebogene, nicht durch gerade Flächen gebildet sein müsse, daher denn die natürlichen Diamantkrystalle, die, wie bereits oben erwähnt, sehr gewöhnlich abgerundete Flächen besitzen, keineswegs aber geschliffene Diamante mit geraden Flächen zum Schneiden gebraucht werden können. Die schneidende Ecke darf jedoch

auch nicht allzu stumpf auslaufen, daher man denn zu Glaserdiamanten solche kleine, mit gekrümmten Flächen begabte Krystalle wählt, die eine hinlänglich scharf zulaufende Ecke enthalten. Beim Schneiden aber kommt Alles darauf an, diese Ecke genau in der richtigen Lage unter mäßigem Druck über das Glas hinwegzuführen. Die kleinste Abweichung von der richtigen Haltung des Diamantes hebt auch die Wirkung auf. Beim Schneiden dringt die rundliche Ecke wie ein Keil in die Oberfläche des Glases ein, bewirkt hierdurch eine anfangende Trennung der Theile, und führt diese beim Fortbewegen in Gestalt eines zusammenhängenden feinen Sprunges weiter fort.

Zur Unterstützung dieser Theorie führt Wollaston an, daß wenn man einen Rubin oder Saphir künstlich zu einer krummflächigen Ecke anschleift, er eben so gut wie ein Diamant zum Glasschneiden gebraucht werden kann, nur daß er, seiner geringeren Härte wegen, die Ecke und somit seine Wirksamkeit nach einigem Gebrauch verliert.

Ja selbst ein Stück Feuerstein, auf die nämliche Art geschliffen, schnitt Glas, wurde aber seiner Weichheit wegen bald unbrauchbar.

Die Tiefe, bis zu welcher sich der Sprung beim Glasschneiden mit dem Glaserdiamant in das Glas hineinerstreckt, ist äußerst gering und soll nicht den 200sten Theil eines Zolles betragen; dennoch reicht dieser geringe Sprung hin, um das Glas bei Einwirkung einer äußeren Kraft sehr leicht und genau in der vorgezeichneten Richtung durchbrechen oder vielmehr durchspringen zu machen.

Feine Diamantsplitter werden zum Bohren kleiner Löcher in Glas, wohl auch in Rubine und andere harte Steine angewendet, auch zum Bohren von Löchern in Porzellan, um zerbrochene Sachen zu repariren, so wie in künstliche Zähne, um sie zu befestigen.

Diamantschleiferei. Da der Diamant unter allen bekannten Körpern der härteste ist, so läßt sich leicht ermessen, mit welchen Schwierigkeiten das Schleifen desselben verbunden ist. Glücklicherweise besitzt er einen sehr ausgezeichneten vierfachen Blätterdurchgang in den Richtungen der Flächen eines regulären Oktaëders, und läßt sich bei all seiner Härte dennoch ohne besondere Schwierigkeit nach diesen Richtungen durchspalten. Diese Eigenschaft bietet ein sehr willkommenes Mittel dar, ihm die verlangte Form, soweit sie durch Flächen der bezeichneten Richtungen begrenzt wird, zu ertheilen, ohne zum Schleifen seine Zuflucht nehmen zu müssen. Das Spalten oder Kloven erfordert natürlicherweise einige Geschicklichkeit und genaue Kenntniß der Richtungen des Blätterdurchganges. Hat der Arbeiter diese Richtung in dem rohen Steine erkannt, so setzt er ein Federmesser auf und sucht durch einen kräftigen Schlag mit einem kleinen Hammer die beabsichtigte Trennung zu bewirken. Ist der Stein so weit fertig, so müssen nun die kleineren Facetten angebracht werden, wozu der Blätterdurchgang nicht benutzt werden kann. Man bringt sie dadurch hervor, daß man den Diamant an das Ende eines etwa 8 Zoll langen eisernen Stäbchens oder Handgriffes mittelst einer leicht schmelzbaren Legirung von Zinn und Blei so befestigt, daß die abzuschleifende Stelle vorspringt. Das Ende jenes Stäbchens läuft zu diesem Zweck in eine halbkugelförmig ausgehöhlte Erweiterung aus, die mit der besagten Legirung gefüllt ist. Man erwärmt diese über Kohlenfeuer genau bis zu dem Punkte, wo sie eine körnigteigige Konsistenz annimmt, drückt nun den Diamant in der richtigen Lage in sie ein, streicht die Legirung um ihn herum, so daß die zu bearbeitende Stelle hervorragt und läßt erkalten. Auf die nämliche Art befestigt man einen zweiten Diamant an einem ähnlichen Handgriffe und beginnt nun die beiden Steine mit Ge-

walt an einander zu reiben, wodurch sie sich gegenseitig abschleifen, und so die verlangten Facetten erhalten. Die Legirung wird nun wieder erweicht, der Stein herausgenommen, in einer anderen Lage wieder eingeschmolzen, dasselbe auch bei dem zweiten Steine verrichtet, und nun wieder gerieben, bis sämmtliche Facetten, und somit die Form des Steines vollendet sind.

Jetzt folgt die letzte Operation, das Feinschleifen oder Poliren. Es geschieht auf flachen Scheiben von weichem Eisen, die etwa einen Fuß im Durchmesser haben und durch einen Mechanismus horizontal mit großer Geschwindigkeit umgetrieben werden. Die obere Fläche der Scheibe wird mit etwas Oel und Diamantpulver (Demantbord) bestrichen, und nun der Stein unter ziemlich starkem Druck darauf gedrückt. Er ist hierbei auf dieselbe Art, wie vorhin erwähnt, an dem vorderen Ende eines kurzen Eisenstäbchens befestigt, und dieses wird vertikal, den Diamant nach unten gerichtet, in das Maul einer Art Zange eingeklemmt, deren hinteres Ende auf eine entsprechende Unterlage aufgelegt und die zum gehörigen Andrücken des Diamantes an die Scheibe mit einem Gewicht beschwert wird. Nach Beendigung der Politur einer Facette muß der Stein durch Erhitzen der Legirung bis zum Erweichen aus ihr herausgenommen und in anderer Lage wieder befestigt werden; eine, besonders bei sehr kleinen Diamanten, welche oft viel kleiner sind, als der Knopf einer Stecknadel, scheinbar sehr schwierige Arbeit, die aber von geübten Arbeitern mit großer Schnelligkeit und Sicherheit ausgeführt wird.

Um das zum Schleifen dienende Demantbord zu erhalten, zerreibt man solche Diamante, die der Farbe oder anderer Mängel wegen nicht gebraucht werden können, so wie auch die beim Kloven abfallenden Splitter in einem stählernen Mörser zu feinem Pulver.

Dasselbe Demantbord findet auch zum Schleifen anderer harter Edelsteine häufige Anwendung, doch kann es hier nur zum Schleifen, nicht zum Poliren dienen, weil die harten Partikelchen desselben die Oberfläche der weicheren Steine ritzen, mithin keine Politur hervorbringen.

Diastas. Der zuerst von Payen und Persoz in isolirtem Zustande ausgeschiedene Bestandtheil des Malzes, wodurch dieses die Eigenschaft besitzt, Stärkemehl in Dextrin und Zucker umzuwandeln. Er entsteht bei dem Keimungsprozesse der Getreidearten, wie es scheint aus dem Pflanzenleim, und wird folgendermaßen dargestellt. Das gemahlene Malz, am besten Weizen- oder Gerstenmalz, wird mit wenigem kalten Wasser infundirt, die Infusion abgepreßt, durch Papier filtrirt, und im Wasserbade auf 70° erhitzt, wobei der größte Theil des Pflanzeneiweißes koagulirt und durch abermalige Filtration von der Flüssigkeit geschieden wird. Man setzt ihr nun Alkohol so lange zu, als noch ein Niederschlag von Diastas erfolgt, den man abfiltrirt, in Wasser löst und wieder durch Alkohol fällt. Das so gewonnene Diastas muß nun bei gelinder Wärme getrocknet werden, und erscheint dann in Gestalt einer weißen, festen Substanz, die in Wasser und schwachem Alkohol löslich, in starkem Alkohol aber unlöslich ist. Die wässerige Lösung reagirt weder sauer noch alkalisch, und ist fast geschmacklos; sich selbst überlassen wird sie, je nach der Temperatur früher oder später, sauer. Es enthält keinen Stickstoff. Bei 65 bis 75° C. zeigt es die interessante Eigenschaft, Stärke in Stärkegummi (Dextrin) und in Zucker umzuwandeln, und diese Wirkung ist so energisch, daß 1 Theil reines Diastas 2000 Theile trockene Stärke in Zucker umzuändern fähig ist. Je größer übrigens die Menge des vorhandenen Diastas, um so rascher geht der Prozeß von Statten. Durch Sieden der wässerigen Lösung wird die zuckerbildende Wirkung zerstört.

Spätere Untersuchungen von Guerin Varry über das Diastas haben zu folgenden Ergebnissen geführt:

1. Ein Theil Diastas in 30 Th. kaltem Wasser gelöst, und mit 408 Th. Kartoffelstärke bei Abschluß der Luft zusammengebracht, übte im Verlauf von 60 Tagen bei einer Temperatur, die zwischen 20 und 25° variirte, nicht den geringsten Einfluß auf sie aus.

2. Bringt man 2 Th. Stärke mit einer Auflösung von 3 Th. Diastas bei einer Temperatur zusammen, die beinahe, aber nicht ganz hinreichen würde, die Stärkmehlkörnchen in reinem Wasser zum Gelatiniren zu bringen, so findet dennoch im Verlauf einer Stunde keine Einwirkung Statt; woraus also mit großer Wahrscheinlichkeit folgt, daß das Diastas bei dem Keimungsprozeß ebenfalls nicht auf die heilen Stärkmehlkörnchen der Getreidekörner einwirkt, und daß mithin die Entstehung des Zuckers beim Keimen wohl noch eine andere Ursache haben muß.

3. Bei der Wechselwirkung zwischen Diastas und Stärkemehl wird kein Gas absorbirt oder entwickelt, und die Einwirkung findet eben sowohl im leeren, wie im lufterfüllten Raume Statt.

4. 100 Theile Stärke mit 3900 Th. Wasser zum Gelatiniren gebracht, mit einer Auflösung von 6,13 Th. Diastas in 40 Th. Wasser zusammengebracht und 1 Stunde lang einer Temperatur von 60 bis 65° exponirt, lieferten 86,91 Th. Zucker.

5. 100 Th. Stärke mit 1393 Th. Wasser gelatinirt, mit 12,25 Diastas in 367 Theilen kaltem Wasser gelöst, 24 Stunden lang bei 20° erhalten, gaben 77,64 Zucker.

6. Derselbe Versuch bei der Temperatur von 0° angestellt, gab nach Verlauf von 2 Stunden 11,82 Th. Zucker.

7. Die günstigsten Umstände zur Bildung einer möglichst großen Menge Zucker finden Statt, wenn das Diastas oder Gerstenmalz in geringem Ueberschuß vorhanden ist. Von letzterem wenigstens 25 Prozent vom Gewicht der Stärke, welche ihrerseits in dem 50fachen Gewichte Wasser gelatinirt, und mit dem Malz bei einer Temperatur von 60 bis 65° in Digestion gesetzt wird. Es ist für die Zuckerbildung ganz besonders wichtig, daß sie so schnell wie möglich erfolge, denn wenn bei langsamerer Einwirkung die Stärke zuerst in Dextrin übergeht, so wird dieses durch Gegenwart des Zuckers vor der Umwandlung in solchen geschützt, während bei rascher Einwirkung die Stärke unmittelbar in Zucker übergeht.

8. Der Stärkezucker, sowohl der mit Diastas, als auch der mit Schwefelsäure bereitete, krystallisirt gewöhnlich in blumenkohlartigen Massen, kann aber auch in prismatischen, mit rhomboidalen Facetten versehenen Krystallen anschießen.

9. Das Diastas übt, selbst in Ueberschuß angewandt, auf das Dextrin, wenn es nebst vielem Stärkezucker in Wasser gelöst ist, keinen Einfluß; während reines Dextrin, ohne Zucker, zum größten Theile in Zucker übergeht.

10. Gummi arabicum, Rohrzucker, Bierhefe werden von dem Diastas gar nicht affizirt.

11. Die wässerige Lösung des Diastas zersetzt sich sowohl bei Luftzutritt, als auch ohne diesen sehr bald.

12. Wenn Stärkezucker, gleichviel ob durch Schwefelsäure oder Diastas bereitet, der Weingährung unterworfen wird, so beträgt die Summe der Gewichte des erzeugten Alkohols und der Kohlensäure nebst dem chemisch gebundenen Wasser ungefähr 3½ Prozent weniger, als der zersetzte Zucker, eine Differenz, welche größtentheils der gleichzeitigen Bildung von etwas

Essigsäure, Milchsäure, flüchtigem Oel (?) und wahrscheinlich noch anderen bis jetzt unbekannten Gährungsprodukten zuzuschreiben ist.

Digestor; auch nach dem Erfinder Papin in Marburg, Papinischer Topf genannt, ist ein starker, metallener, gewöhnlich kupferner Kessel mit dampfdicht schließendem Deckel, in welchem Wasser und andere Flüssigkeiten weit über ihren gewöhnlichen Siedpunkt erhitzt werden können. Er wurde von dem Erfinder empfohlen, um Knochen, Knorpel u. dgl. m. bei erhöhter Temperatur und Pressung mit Wasser auszukochen, um auf solche Weise die Gallerte, die durch gewöhnliches Kochen ungemein langsam und unvollständig ausgezogen wird, schneller und in größerer Menge zu erhalten. Durch ein Sicherheitsventil, welches sich öffnet, sobald der Dampfdruck ein gewisses Maß überschreitet, ist dem Zerspringen des Kessels vorgebeugt.

Der allgemeinen Anwendung dieser Apparate steht die Schwierigkeit entgegen, sie vollkommen und mit Leichtigkeit dampfdicht zu verschließen. Am besten ist diese Aufgabe durch die in Frankreich eine Zeit lang in Aufnahme gekommenen Autoclaves gelöst. Bei ihnen ist der Hals des Kessels mit einem konisch sich verengenden eisernen Ringe ausgelegt, in welchen der genau entsprechend abgedrehte gußeiserne Deckel paßt. Um diesen dampfdicht zu verschließen, wird ein schmaler Streif Leinwand zwischen ihn und den Kesselrand eingelegt und hierauf der Deckel durch eine einzige Schraube angedrückt, welche durch einen eisernen Bügel hindurchgeht, den man mit zwei nach Innen vorspringenden Haken unter den Hals des Kessels legt.

Die mühsame dampfdichte Befestigung des Kesseldeckels und die Unmöglichkeit, den Inhalt während der Kochung zu beobachten, ist Ursache, daß die Anwendung des Papinischen Topfes zu Zwecken des gemeinen Lebens nie eine erhebliche Ausdehnung gewonnen hat. Dagegen ist er für die Technik nicht ohne Nutzen geblieben, und einzelne Anwendungen, z. B. in der Türkischrothfärberei, kommen noch jetzt vor. Bei weitem am wichtigsten ist er dadurch geworden, daß er zur Erfindung der Dampfkessel und Dampfmaschinen die Idee geliefert hat.

Dimity, ein baumwollener Zeug, eine Art glatter Barchent mit verschiedenen Köperstreifen oder anderen einfachen und kleinen, durch Schäfte und Tritte auf dem Webestuhl hervorgebrachten Mustern. Er wird mit 5 oder 6 Schäften, meist aus Garnen von Nr. 30 bis 50 gewebt.

Docht. Die als Mittel zur Aufsaugung des Brennstoffs bei Lichten und Lampen gebräuchlichen Dochte sind von verschiedener Art. In Wachs- und Talglichten besteht der Docht aus einem schwach zusammengedrehten Strange von parallel liegenden Baumwollgarnfäden (manchmal bis 90 an der Zahl); zu Stearinsäurekerzen hingegen wird er aus drei Strängen (jeder 12 bis 30 Fäden enthaltend) auf einer Maschine geflochten, wodurch er die Eigenschaft erlangt, beim Brennen sich ein wenig zu krümmen, so daß das seitwärts gebogene Ende dem Zutritt der Luft dargeboten wird, und dadurch beständig abbrennt, daher solche Lichte nicht geputzt zu werden brauchen, sich gleichsam selbst putzen. Ueber die in Lampen gebräuchlichen Dochte gibt der Artikel Lampen Auskunft.

Docimasie ist gleichbedeutend mit Probirkunst (s. diesen Artikel).

Drachenblut. Ein rothes Harz, das von verschiedenen Pflanzen, besonders der Dracaena Draco gewonnen wird, die in Ostindien und auf den

Kanarischen Inseln heimisch, aus Stamm und Aesten dieses Harz ausfließen läßt. Auch der Sandelholzbaum, Pterocarpus santalinus, in Ostindien und Ceylon wachsend, sodann Pterocarpus Draco in Südamerika, und Calamus Rotang in Ostindien, dessen Frucht einen rothen harzigen Saft enthält, geben ähnliche rothe Harze, welche alle unter dem Namen Drachenblut, zum Theil in Stängelchen von der Dicke einer Bleifeder, zum Theil in kleinen Kugeln von der Größe eines Taubeneies, zum Theil in unregelmäßigen Stücken im Handel vorkommen. Es ist rothbraun, gibt aber ein hochrothes Pulver, ist in Wasser unauflöslich, dagegen in Weingeist, Aether und einigen flüchtigen Oelen auflöslich.

Seine Anwendung ist vorzugsweise zum Färben von Weingeistfirnissen, besonders des Goldlacks, zu Terpenthinfirnissen, zum Färben des Marmors u. a. ähnlichen Zwecken, wo es sich um einen harzigen rothen Farbstoff handelt.

Die Farbe ist zwar haltbarer, aber bei weitem nicht so schön, als die der Alkannawurzel, vielmehr etwas ins Gelbliche spielend.

Drahtgewebe werden, höchst seltene Ausnahmen abgerechnet, nur aus Eisen- und Messingdraht verfertigt, und finden hauptsächlich Anwendung als Siebböden. Die Feinheit des dazu verarbeiteten Drahtes und die Dichtheit des Gewebes ist sehr verschieden. Um dem Drahte die größte Geschmeidigkeit zu geben, deren er fähig ist (wodurch das Weben sehr erleichtert wird), glüht man ihn vorläufig aus; doch gebraucht man den Messingdraht, sehr viel seltener den Eisendraht, auch ungeglüht. Die Webestühle zur Drahtweberei haben theils eine dem Leinweberstuhle ganz ähnliche Einrichtung; theils werden sie stehend gebaut, d. h. so, daß die Kettendrähte in einer vertikalen Ebene aufgezogen sind. Es wird zuweilen in Drahtgeweben ein erstaunlicher Grad von Feinheit erreicht, wie denn z. B. von französischen Fabriken dergleichen aus Messingdraht nur 1/500 Zoll dick und mit 250 bis 260 Drähten auf dem Raume eines Zolles (62,500 bis 67,600 Oeffnungen im Quadratzoll) geliefert worden sind.

Drahtstifte oder Drahtnägel, die bekannten von 3 Linien bis zu 6 Zoll langen Nägel, welche gewöhnlich aus Eisen-, seltener aus Messing- und noch weniger aus Kupferdraht verfertigt werden. Die ältere, der Stecknadelfabrikation einiger Maßen nachgebildete Darstellungsart dieser Stifte mittelst Handarbeit ist jetzt größtentheils durch die Erzeugung mittelst Maschinen verdrängt, namentlich fast gänzlich in Betreff der kleinen und mittleren Sorten. Von einem der Maschine vorgelegten Ringe Draht wird der Drahtfaden vermittelst einer Zange in Absätzen von der zur Bildung eines Stiftes erforderlichen Länge vorwärts gezogen; dann in solcher Weise abgekneipt, daß eine mit drei oder vier Facetten zugeschärfte Spitze entsteht; einen Augenblick lang fest eingeklemmt erhalten, und in diesem Momente mit dem Kopfe versehen, indem ein von dem Mechanismus gehobener Hammer oder (besser) ein von starken Federn getriebener Stempel das stumpfe Ende des Drahtstiftes auseinanderquetscht. Maschinen zu 4- bis 8zölligen Stiften liefern etwa 50 Stück, zu 2- bis 4zölligen 70 bis 80, zu 1 1/4- bis 3 1/2zölligen 100, zu 3/4- bis 2 1/4zölligen 120, zu 3/4- bis 1 1/2zölligen 160, zu 3/8- bis 1 1/4zölligen 240, zu 3/8- bis 3/4zölligen sogar 300 Stück in einer Minute.

Drahtziehen. Diese wichtige technische Operation besteht im Wesentlichen darin, daß man einen — ursprünglich entweder gegossenen, oder geschmiedeten, oder gewalzten — Metallstab successive durch eine Anzahl verschieden großer Löcher in einer Stahlplatte, dem Zieheisen, hin-

durchzieht, dabei natürlicherweise mit dem weitesten Loche den Anfang macht, hierauf das nächstkleinere in Anwendung bringt u. s. f., bis der Draht zu der verlangten Dünne ausgezogen ist, wobei er auf Kosten der Dicke eine entsprechende Längenausdehnung erleidet. Diese Verlängerung steht mit der Verkleinerung des Durchmessers in quadratischem Verhältniß, so daß, wenn ein Draht bis zur Hälfte seiner anfänglichen Dicke ausgezogen wird, sich seine Länge vervierfacht; wenn sein Durchmesser auf ein Drittel reduzirt wird, seine Länge auf das Neunfache wächst, u. s. f. Die Durchmesser zweier in der Anwendung unmittelbar nach einanderfolgender Ziehlöcher pflegen sich ungefähr wie 11 : 10, oder 10 : 9 zu verhalten, in manchen Fällen sind aber die Abstufungen feiner.

Die zum Drahtziehen dienende Maschine wird die Ziehbank genannt, und ist in ihrer höchst einfachen Gestalt eine schmale, öfters 15 bis 20 Fuß lange Bank, auf welcher an einem Ende das Zieheisen festgestellt wird, während durch einen am anderen Ende angebrachten Mechanismus die zum Ausziehen des Drahtes dienende Zange fortgezogen wird. Diese Zange ist eben so einfach, wie sinnreich, und zwar so eingerichtet, daß sie den Draht um so fester packt, je schwerer er sich fortziehen läßt, indem die Gewalt des Zuges selbst es ist, die das Maul der Zange zusammendrückt. Die Schenkel der Zange nämlich sind an ihren hinteren Enden mit aufstehenden ringförmigen Biegungen versehen, durch welche ein größerer ovaler Ring hindurchgeht, der von der Maschine fortgezogen wird, und hierbei nicht nur ziehend auf die Zange einwirkt, sondern zugleich ihre stark divergirenden Schenkel gegen einander drückt. Der erwähnte Mechanismus besteht meistens in einer durch Kurbel und Räderwerk umzudrehenden horizontalen Walze, welche ein an ihr befestigtes, mit der Zange verbundenes Seil um sich aufwickelt, und so die Zange selbst gegen sich herzieht.

Es ist beim Drahtziehen meist unerläßlich, das Metall dann und wann auszuglühen, weil es sonst so hart und spröde wird, daß es beim fortgesetzten Ausziehen reißen würde. Nur die weichsten Metalle machen hiervon eine Ausnahme. Um die durch das Ausglühen entstandene Oxydkruste wegzuschaffen, legt man den ausgeglühten Draht in verdünnte Schwefelsäure; Eisendraht muß außerdem mit Sand gescheuert werden.

Das Drahtziehen mittelst der Zange auf der Ziehbank bietet den großen Uebelstand dar, daß sich die rauh gemachten inneren Seiten des Maules in den Draht eindrücken, und dadurch die sogenannten Zangenbisse verursachen, welche um so nachtheiliger auf die Güte des Drahtes einwirken, je kürzer die in Einer Bewegung von der Zange fortgezogene Länge des Drahtes war, je öfter demnach die Zange von Neuem umfassen mußte, und je zahlreicher folglich die von dem Zangenmaule gemachten Eindrücke sind. Man setzt daher zum Ausziehen feinerer Drähte (welche nebenbei schon wegen ihrer großen Länge die Anwendung der Zange beschwerlich machen) immer die Ziehscheiben oder Leiern in Anwendung, aufrechtstehende hölzerne oder gußeiserne Zylinder, welche mittelst Handkurbel oder durch Elementarkraft und Räderwerk um ihre Achse gedreht werden, dabei den auf ihrer Peripherie befestigten Draht um sich aufwinden und so fortziehen. Die sanfte gleichmäßige Bewegung und die Vermeidung der Zangenbisse sind hierbei so wesentliche Vortheile, daß man selbst ziemlich dicke Drähte (z. B. von 3 bis 4 Linien Durchmesser) auf Scheiben zieht.

Die Geschwindigkeit, mit der ein Draht gezogen werden darf, richtet sich hauptsächlich nach der Duktilität und Festigkeit des Metalls, kann aber desto mehr zunehmen, je feiner der Draht wird, weil die Theilchen

des Metalles durch das häufig wiederholte Ausziehen immer mehr eine faserige Struktur annehmen, und dadurch eine vermehrte Festigkeit erhalten. Eisen- und Messingdraht von 0,3 Zoll Durchmesser kann mit einer Geschwindigkeit von 12 bis 15 Zoll per Sekunde gezogen werden, von 0,025 Zoll Durchmesser mit einer Geschwindigkeit von 40 bis 50 Zoll; feiner Silber- und Kupferdraht verträgt sogar eine Schnelligkeit von 60 bis 70 Zoll pro Sekunde.

Drains. Vielleicht die wichtigste, mit Ausnahme des Pflugs, im Bereich der Landwirthschaft je gemachte Erfindung, die mit Recht als eine dem Menschengeschlecht erzeigte Wohlthat begrüßt werden kann, und vorzugsweise dem Mr. Smith zu Deanston in Schottland zu verdanken- ist die der unterirdischen Abzugkanäle, Drains, zur Entwässerung des Bodens. Wenn schon der rationellere Betrieb des Landbaues, besonders auf den wissenschaftlichen Grundsätzen der Düngerlehre fußend, eine vermehrte Produktion an Feldfrüchten zur Folge gehabt hat, so bleiben doch die so erzielten Resultate weit hinter jenen zurück, welche sich durch Anwendung der Drainage ergeben, indem diese nicht allein einem ohnehin guten Boden sehr vermehrte Ausbeute abgewinnt, sondern selbst im Stande ist, den schlechtesten Boden ohne übermäßige Kosten in das trefflichste Acker- und Wiesenland umzuwandeln. Alle die zahlreichen, über diesen Gegenstand gesammelten Erfahrungen und Nachrichten vereinigen sich zum ungetheilten Lobe dieser großen Erfindung, durch die in zahlreichen Fällen fast fabelhafte Resultate, doppelt, ja dreifach ergiebige Ernten gegen früher erreicht worden sind.

Wie alle großen Erfindungen, charakterisirt sich auch diese durch die Einfachheit der Idee. In einer Tiefe von 3 oder 4 Fuß, und in Abständen von etwa 30 Fuß von einander werden Röhrenleitungen aus einzelnen, stumpf an einandergelegten Röhren von gebranntem Thon hergestellt, welche mit unbedeutendem Fall das sich in ihnen sammelnde überschüssige Wasser des Bodens in einen Abzuggraben, Fluß oder sonstigen Kanal abführen.

Durch diese Entfernung des, besonders nach starken Regengüssen in der Erde stagnirenden Wassers erlangt die atmosphärische Luft leichteren und ununterbrocheneren Zutritt zu den unteren Schichten des Bodens, die chemische Einwirkung des Sauerstoffes auf die Nahrungsmittel der Pflanzen wird befördert, der Boden wird merklich wärmer, und so wie beim Menschen die Verdauung durch den Genuß von vielem Wasser bei der Mahlzeit leidet, in gleicher Weise kann es auch den Pflanzen, mit Ausnahme freilich der Wasserpflanzen, nicht zuträglich sein, wenn ihre Wurzeln sich inmitten einer stagnirenden Wassermasse befinden.

Die vortheilhafte Wirkung der Drainage gibt sich besonders in folgenden Ergebnissen kund: das Stroh von Körnerfrüchten schießt fest, aus einer kräftigen Wurzel und zwar stark, lang und so steif auf, daß es nicht leicht durch Wind und Regen gelagert wird. Die Körner sind mehlreich, groß, von schöner Farbe und mit dünner Schale, das Getreide reift gleichförmig, ist schwer und keimt gut, ist schneller trocken, drescht und reinigt sich leichter, und enthält weniger kleine und leichte Körner. Das Stroh ist nährender zu Futter; der Klee wächst üppig und saftreich und dessen Blüthen sind groß und von lebhafter Farbe. Das Heu trocknet schnell und wiegt schwer im Verhältniß zu seinem Volumen. Weidegräser breiten sich nach allen Seiten aus, bedecken den Boden mit einer dicken Decke und erzeugen mehr Milch und Fleisch von bester Qualität. Rüben werden stark, fleischig, saftreich und mit einer sanften, fetten Schale. Kartoffeln geben langes starkes Kraut und große Knollen, welche

sich leicht schälen lassen und gekocht sehr mehlreich sind. Rindvieh jeder Gattung gedeiht, zeigt sich fromm, mästet sich schnell und gibt Fleisch von feinster Qualität. Im Boden kommen wenig Unkräuter vor, weil die erhöhte Ueppigkeit der Früchte deren Aufkommen erschwert. Sämmtlich Folgen einer gesunden kräftigen Vegetation, wie sie nur ein trockener warmer Boden zu bedingen im Stande ist. Von der erhöhten Produktion, die nicht leicht unter 20 Prozent bleibt, sich aber auch auf das doppelte, ja dreifache Ausbringen erstreckt, war schon oben die Rede. Selbst auf das Klima und den Gesundheitszustand der Menschen soll die Drainage von merklich günstiger Einwirkung sein.

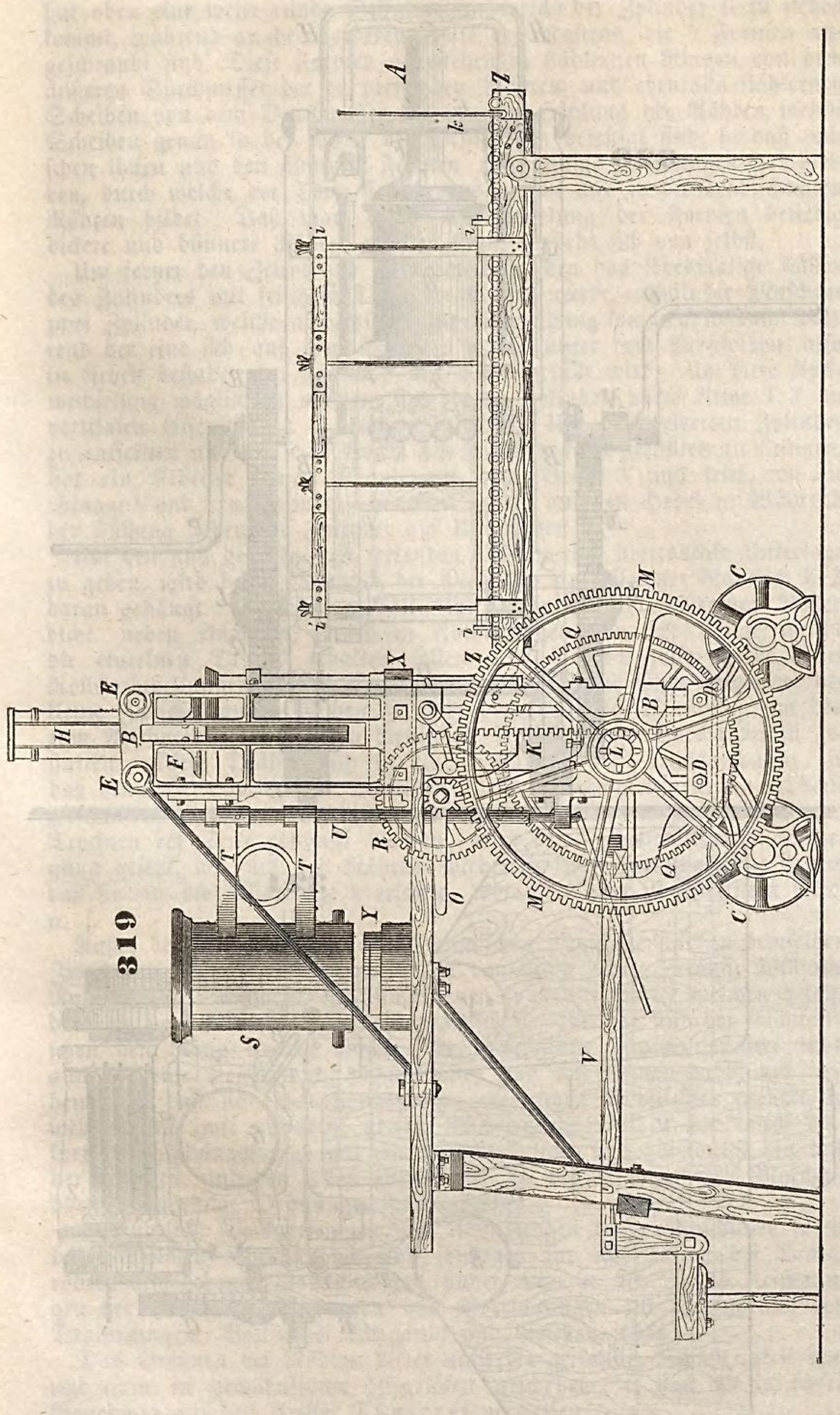
Als ein Beweis der Anerkennung, den die Anlage der Wasserabzüge in England findet, mag noch die Bemerkung dienen, daß im Jahre 1846 von der Regierung ein Gesetz erlassen wurde, welches für England ein Kapital von 2 Millionen Lstr. und für Irland 1 Mill. Lstr., zusammen also 20 Millionen Thaler aus dem Staatsschatze zu Vorschüssen für Boden-Verbesserungen durch Drain-Anlagen bestimmt.

Wir würden die unserem technischen Wörterbuche gesteckten Grenzen überschreiten, wollten wir auf eine nähere Beschreibung der Ausführung von Drain-Anlagen eingehen, dagegen wird die Anfertigung der Röhren (Drains) mit Recht hier noch zu besprechen sein.

Das Material zu denselben ist gewöhnlicher guter Ziegelthon, der jedoch frei von Steinen und anderen fremdartigen Beimischungen sein muß. Nachdem derselbe mittelst einer Thonmühle, wie sie in dem Artikel Töpferei näher beschrieben wird, durchgearbeitet worden, kommt er ohne Weiteres in die zum Pressen der Röhren dienende Maschine.

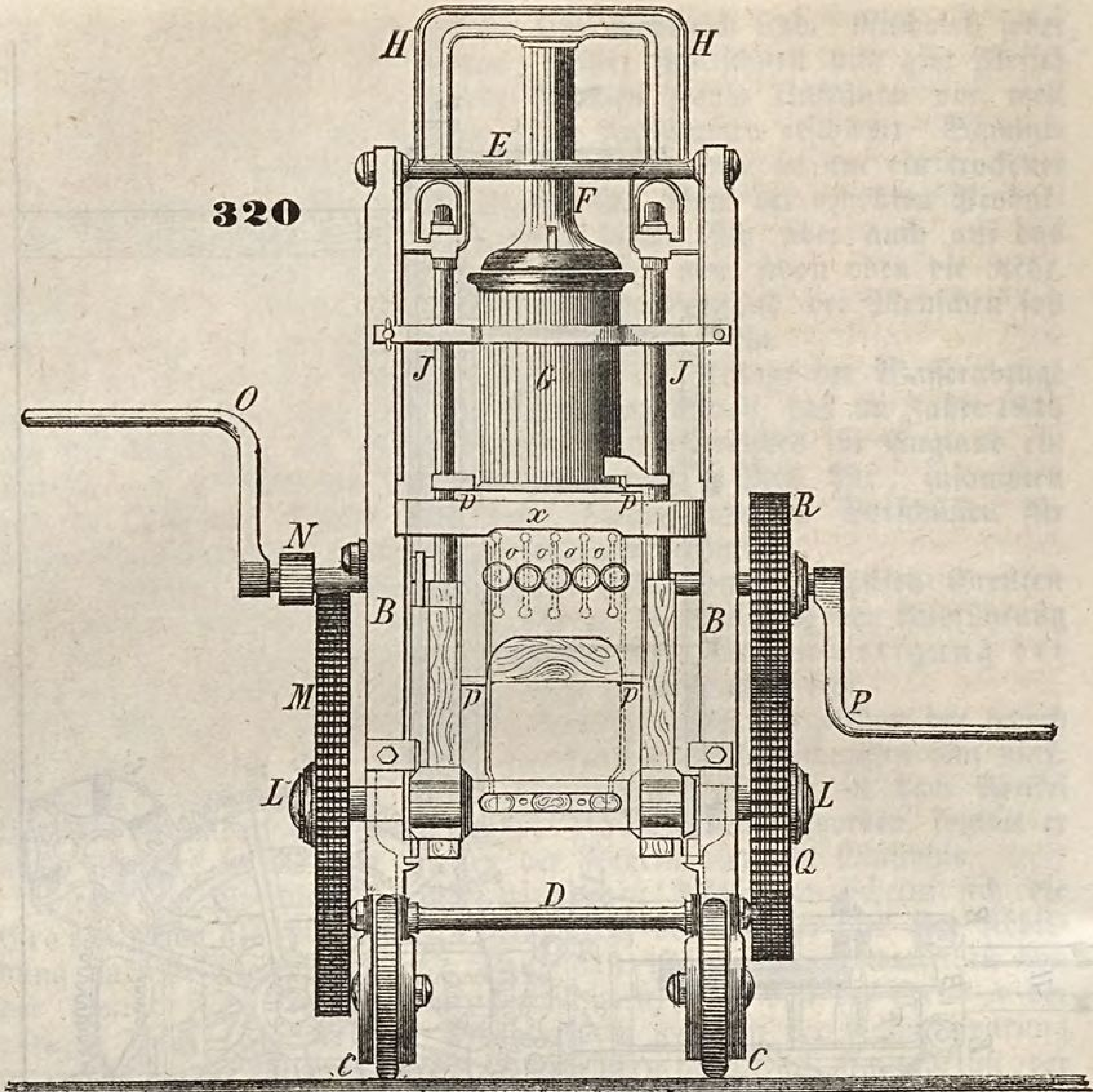
Unter den für diesen Zweck erfundenen Maschinen scheint sich die Clayton'sche als die beste zu bewähren, von welcher hier eine Abbildung und Beschreibung folgt. Figur 319 ist ein Aufriß derselben von der Seite; Fig. 320 ein Aufriß von vorn, d. h. von der Seite A der vorigen Figur, Fig. 321 ein Grundriß, in welchem der Raumersparung wegen der lange Rollentisch bei Z abgebrochen ist. Das Hauptgerüst der Maschine B B B B ist von Eisen und ruht auf vier kleinen Rädern c, c. Durch 4 Querstangen D D und E E ist die feste Verbindung der beiden Gerüststücke bewirkt. F der Preßkolben, welcher bei seiner Herabbewegung in den Zylinder G tritt, und den Thon herauspreßt. Die Herabbewegung des Preßkolbens wird durch das Stück H bewirkt, welches unten an jeder Seite in einer Führung des Gerüstes läuft. Von diesem Stücke H gehen zwei zylindrische Stangen J, J herab, welche unten in Zahnstangen K verlaufen. In diese greifen zwei, auf der Achse L des Stirnrades M befindliche kleine Räder oder Getriebe, während das Stirnrad M durch ein Getriebe N und die Kurbeln O und P gedreht wird, welche beide an einer und derselben Achse sitzen. Dem Rade M gegenüber und mit ihm auf derselben Achse befindet sich ein kleineres Stirnrad Q, in welches das Rad R eingreift, welches ebenfalls durch die Kurbeln O und P umgedreht wird. Da nun die Achse, an welcher die Kurbeln, so wie die Räder N und R sitzen, in ihren Lagern verschiebbar ist, so kann man nach Belieben entweder das Getriebe N und das Rad M oder auch (wie in der Figur dargestellt ist) das Rad R mit dem Rade Q in Eingriff bringen. Dieses Letztere geschieht, wenn der Kolben nach beendigter Pressung wieder gehoben werden soll, wobei es weniger auf große Kraft als auf Schnelligkeit und Zeitersparniß ankommt; wogegen beim Herabdrücken des Kolbens durch Benutzung des Getriebes N und des großen Rades M eine sehr langsame, aber desto kräftigere Wirkung erzielt wird.

Zwischen den Seitenstücken liegt ein horizontales Mittelstück x, welches zur Aufnahme eines gußeisernen Kastens p p p p dient. Dieser Kasten

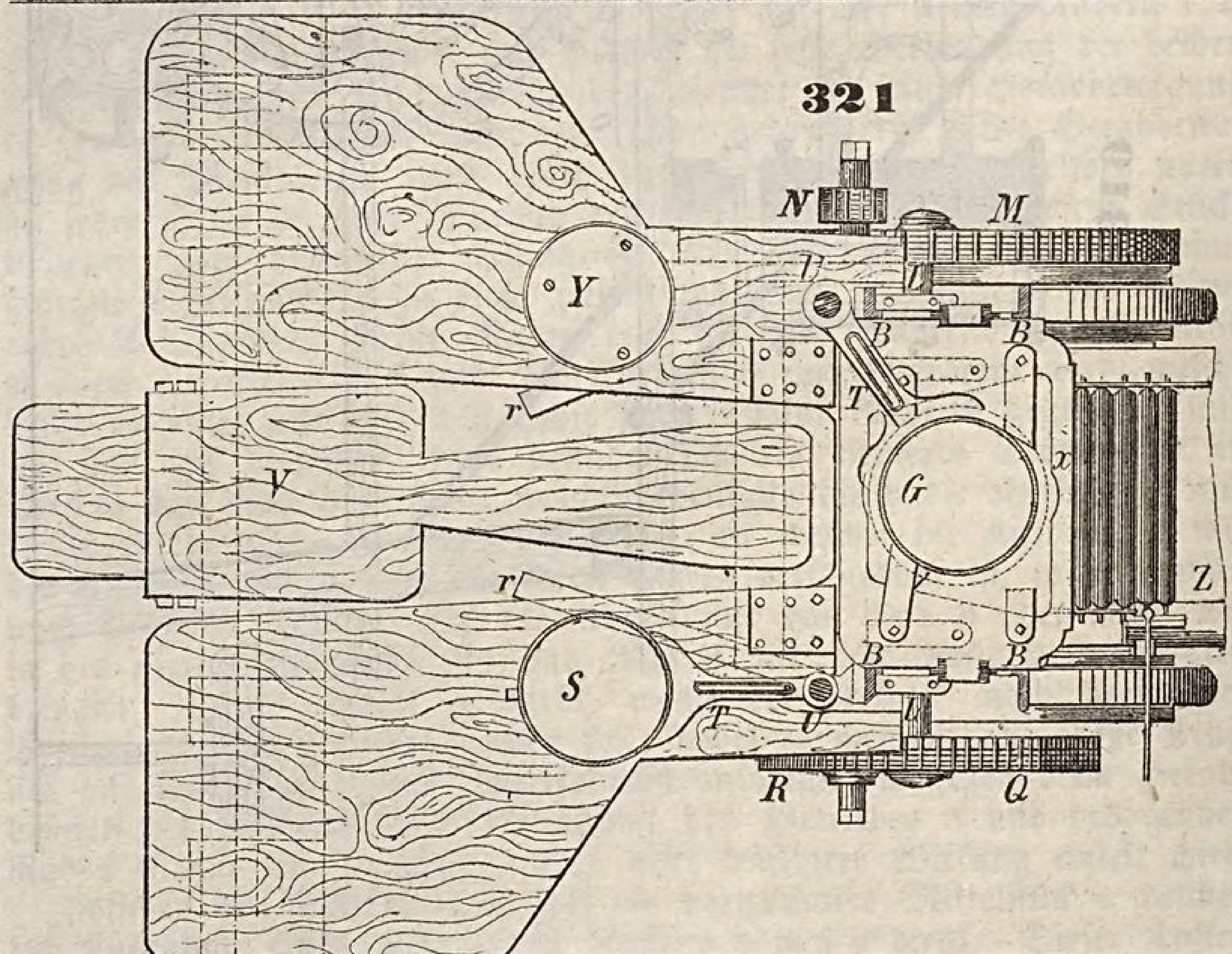


319

320



321



hat oben eine weite runde Oeffnung, auf welche der Zylinder G zu stehen kommt, während an der vorderen Seite des Kastens die 5 Formen angeschraubt sind. Diese Formen o bestehen in stählernen Ringen von dem äußeren Durchmesser der zu pressenden Röhren, und ebenfalls stählernen Scheiben von dem Durchmesser der inneren Höhlung der Röhren, welche Scheiben genau in der Mitte der Oeffnungen befestigt sind, so daß zwischen ihnen und den äußeren Formen ringförmige Oeffnungen frei bleiben, durch welche der Thon sich herausquetscht und so die beabsichtigten Röhren bildet. Daß man durch Auswechselung der Formen beliebig dickere und dünnere Röhren machen kann, versteht sich von selbst.

Um ferner den Zeitverlust zu vermeiden, den das jedesmalige Füllen des Zylinders mit frischem Thon veranlassen würde, enthält die Maschine zwei Zylinder, welche abwechselnd zur Anwendung kommen, so daß, während der eine sich auf dem Kasten p p und unter dem Preßkolben, also in Arbeit befindet, der andere S mit Thon gefüllt wird. Um diese Auswechselung möglich zu machen, sind beide Zylinder durch Arme T T an vertikalen Eisenstangen U drehbar befestigt. Um den geleerten Zylinder zu entfernen und an seine Stelle den anderen frisch gefüllten zu bringen, hat ein Arbeiter seinen Stand auf dem Brette V und tritt, um die Stange U und den Zylinder etwas zu heben, auf den Hebel r. Während der Füllung stehen die Zylinder auf Untersätzen Y.

Um den aus den Formen tretenden Röhren eine horizontale Unterlage zu geben, wird beim Gebrauch der Maschine ein hölzerner Rolltisch Z Z daran gehängt. Derselbe enthält eine große Anzahl hölzerner Rollen dicht neben einander, jedoch in Abtheilungen von der Länge, welche die einzelnen Drains erhalten sollen (12 bis 14 Zoll). Jede dieser Rollenabtheilungen ist mit einem Leinwandstoff ohne Ende umgeben; der kleine Zwischenraum zwischen je zwei derselben aber ist nöthig, um den zum Abschneiden der Röhren dienenden Drähten den Durchgang zu gestatten. Diese Drähte sind in einem Rahmen i i i i ausgespannt, so daß beim Herunterschlagen desselben alle 5 Röhren gleichzeitig in 4 Theile zerschnitten werden. Nachdem also die so erhaltenen 20 Drains zum Trocknen bei Seite geschafft worden, wird der Kolben wieder in Bewegung gesetzt, bis sich die Röhren wieder so weit herausgepreßt haben, daß sie an die Widerlage k reichen, worauf wieder abgeschnitten wird, u. s. f.

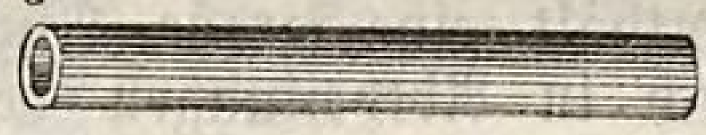
Außer der hier beschriebenen Clayton'schen Maschine sind zu demselben Zweck von anderen Erfindern, so u. A. von Whitehead, Scragg, William, Randell und Saunders, Drainmaschinen konstruirt, unter welchen besonders die von Whitehead sich als praktisch bewährt hat, und der Clayton'schen den Rang streitig macht. Der beschränkte Raum gestattet nicht, auch ihr eine Beschreibung zu widmen, und wir können daher nur kurz bemerken, daß sie einen horizontalen viereckigen Thonkasten enthält, in welchem sich zwei viereckige genau anschließende Kolben, die durch eine kurze Verbindungsstange mit einander verbunden sind, horizontal hin und her bewegen, und den Thon ebenso wie bei der Clayton'schen Maschine durch ringförmige Oeffnungen herauspressen.

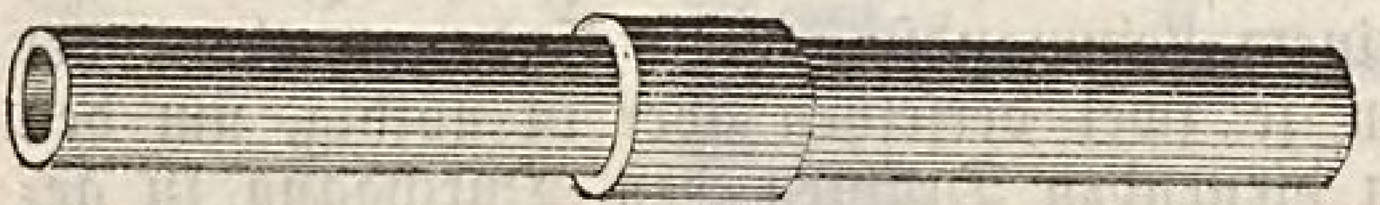
Ausführliche Beschreibungen und Abbildungen dieser Maschinen, sowie der Brennöfen, Thonmühlen und sonstigen zur Fabrikation der Drainröhren angegebenen Vorrichtungen findet man in W. Lücke's Zeichnungen der wichtigsten Maschinen und Vorrichtungen zur Ausführung von Drainirungen. Berlin bei Wiegandt und Grieben, 1852.

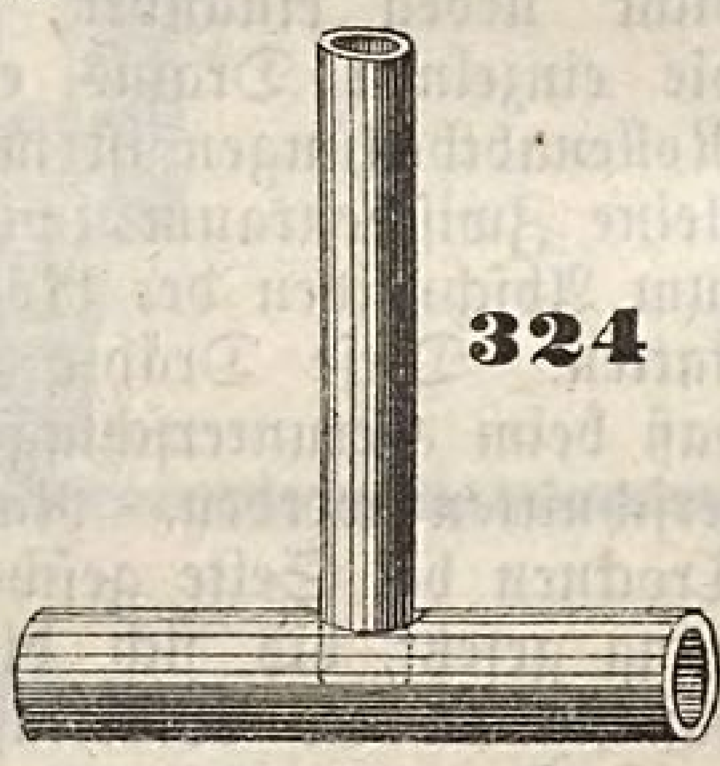
Das Brennen der Röhren bietet nicht die geringste Schwierigkeit dar, und kann in gewöhnlichen Ziegelöfen geschehen, so daß wir in dieser Beziehung auf den Artikel Töpferei verweisen.

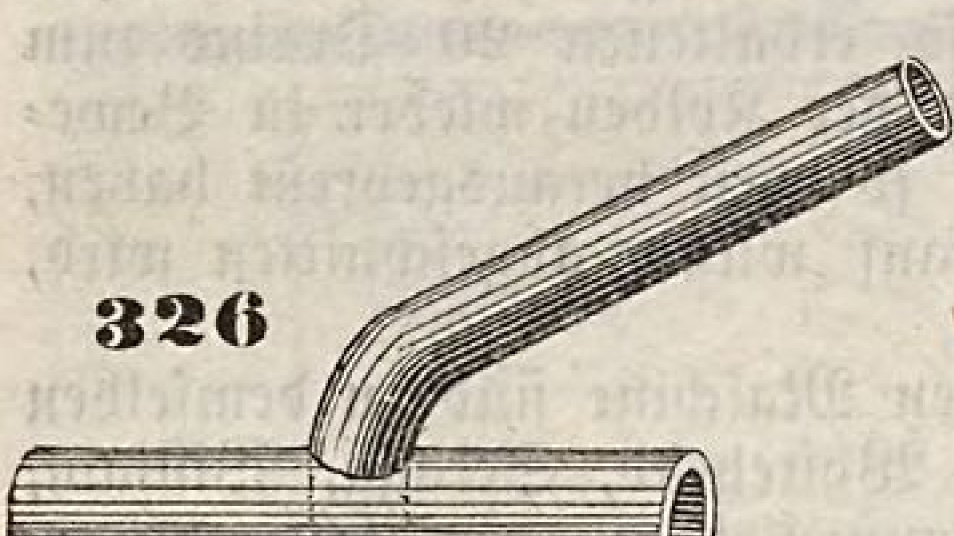
Die Form der Röhren anlangend, so hat sich nach mannichfaltigen Versuchen die Gestalt eines hohlen Zylinders als die beste herausgestellt, theils weil sie in dieser Gestalt am regelmäßigsten und wohlfeilsten herzustellen sind, theils weil sie beim Legen die wenigste Mühe machen, theils endlich, weil sie sich am wenigsten durch Schlamm verstopfen. Für die einfachen Abzugröhren ist ein innerer Durchmesser von 1 Zoll hinreichend, wogegen die Sammelröhren, durch welche das aus einer Anzahl Abzugröhren fließende Wasser abgeleitet werden soll, einen größeren Durchmesser haben müssen. Es werden daher die Drainröhren bis zu 6 Zoll innerem Durchmesser angefertigt.

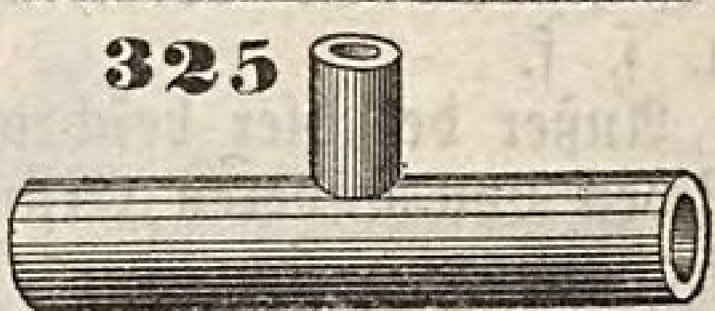
Die Röhren werden gewöhnlich nur stumpf an einander gelegt, da, wie die Erfahrung lehrt, ein Verschieben nicht leicht vorkommt. Wünscht man sie fester zu verbinden, so geschieht es durch kurze Muffe. Fig. 322 zeigt eine einfache Drainröhre, Fig. 323 zwei durch einen Muff zusammengesetzte. Die Verbindung der Entwässerungsröhren mit den Sammelröhren geschieht entweder dadurch, daß in die letzteren (vor dem Brennen) ein Loch von dem äußeren Durchmesser der ersteren gemacht wird, in welches das Ende derselben gesteckt wird, wie Fig. 324, oder besser, man fertigt eigene Röhren mit einem kurzen Ansatz, Fig. 325. Liegt das Sammelrohr tiefer, als die Entwässerungsröhren, so ist es zweckmäßig, dem ersteren ein Loch zu geben, welches nach oben gerichtet wird, und in welches das umgebogene Ende des Entwässerungsdrains gesteckt wird, wie Fig. 326 zeigt.


322


323


324

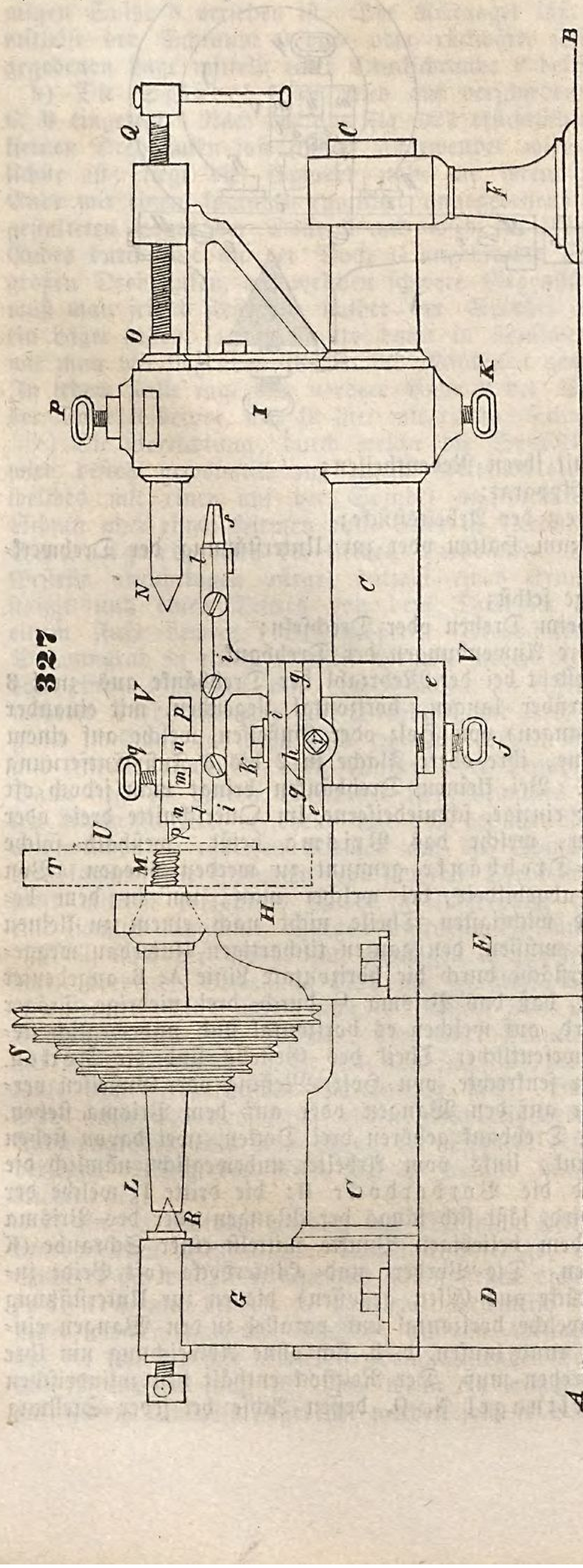

326


325

Drehbank. Die Drehbank ist für die meisten Metallarbeiter, so wie für viele in Holz und anderen Materialien arbeitende Gewerbe eine unentbehrliche mechanische Vorrichtung, und namentlich bei dem gegenwärtigen Zustande der praktischen Mechanik noch von viel ausgedehnterer Wichtigkeit, als wohl in früherer Zeit. Sie bietet nämlich (wenn man die der wesentlichen Einrichtung nach nahe verwandten Drehstühle der Uhrmacher ꝛc. hinzurechnet) nicht nur das einzige leichte und sichere Mittel dar, Gegenstände von genau runder Gestalt auszuarbeiten; sondern findet auch zum Drechseln ovaler und anders gestalteter Arbeiten, zur Herstellung ebener Flächen, zum Guillochiren, Bohren und zu noch manchen anderen Operationen Anwendung, von welchen die wichtigsten weiter unten angeführt werden und worunter einige sind, zu denen man die Drehbank erst in neuerer Zeit gebrauchen gelernt hat.

Ihrer sehr verschiedenen Bestimmung gemäß sind die Drehbänke äußerst mannichfaltig von Bauart, namentlich was die Detail-Konstruktionen, die

Form und Größe betrifft. Demungeachtet ist, für die allgemeine Kenntniß dieser Maschine, das Wesentliche in allen Fällen übereinstimmend.



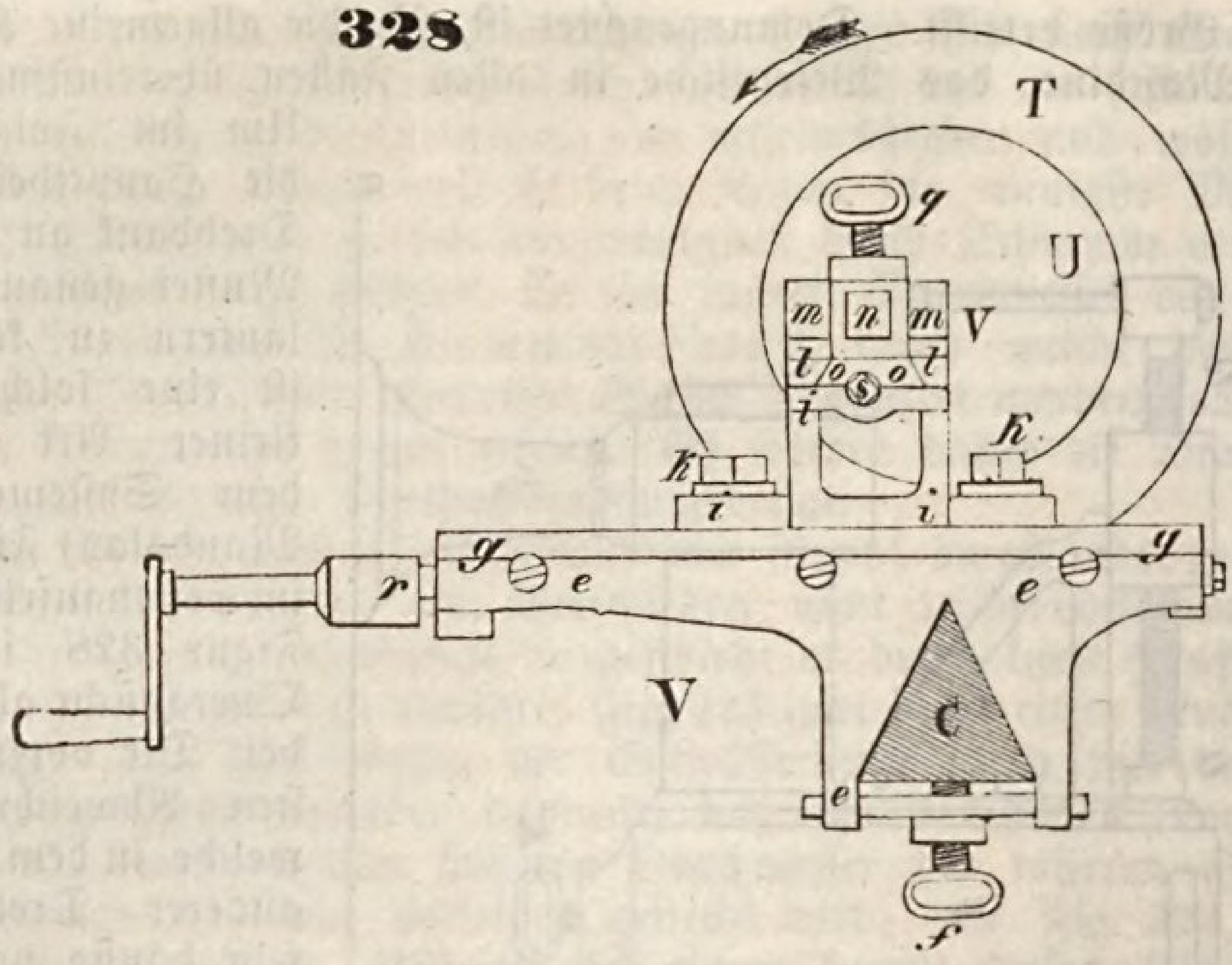
327

Um im Folgenden die Haupttheile der Drehbank an einem Muster genauer erläutern zu können, ist eine solche von kleiner Art (nach dem Systeme von Maudslay) Fig. 327 im Seitenaufrisse und Figur 328 in der Queransicht abgebildet. Die vorzüglichsten Abweichungen, welche in dem Baue anderer Drehbänke sehr häufig vorkommen, werden daneben berührt werden.

Die Bestimmung der Drehbank ist, ein gegebenes Arbeitsstück zweckmäßig an einer horizontal liegenden eisernen Achse (der sogenannten Spindel) zu befestigen (einzuspannen), und es sammt dieser in eine drehende Bewegung zu setzen, damit man während dem im Stande ist, entweder durch Annäherung der erforderlichen schneidenden Werkzeuge (Dreheisen), so lange von dem Material Theile abzuschneiden, bis die verlangte Gestalt und Größe erreicht ist; oder mit Hülfe anderer Instrumente gewisse Ausarbeitungen vorzunehmen. Es kommen demnach folgende Punkte in Betracht:

a) das Gestell der Drehbank;

328



b) die Spindel mit ihren Nebentheilen;
c) der Bewegungs-Apparat;
d) das Einspannen der Arbeitsstücke;
e) die Vorrichtung zum Halten oder zur Unterstützung der Drehwerkzeuge;
f) die Drehwerkzeuge selbst;
g) das Verfahren beim Drehen oder Drechseln;
h) verschiedene andere Anwendungen der Drehbank.

a) Das Gestell besteht bei der Mehrzahl der Drehbänke aus zwei 3 bis 12 Fuß und darüber langen, horizontal liegenden, mit einander parallelen Balken (Wangen) von Holz oder Gußeisen, welche auf einem zweckmäßigen Unterbaue, ihre obere Fläche in 2 bis 3 Fuß Entfernung vom Fußboden, ruhen. Bei kleinen Drehbänken bringt man jedoch oft statt der Wangen eine einzige, schmiedeiserne, im Querschnitte drei- oder fünfseitige Stange an, welche das Prisma heißt, weßhalb solche Drehbänke Prisma-Drehbänke genannt zu werden pflegen. Von dieser Art ist die hier abgebildete, bei welcher man, um in dem beschränkten Raume die wichtigsten Theile nicht nach einem zu kleinen Maßstabe zeichnen zu müssen, den ganzen tischartigen Unterbau weggelassen hat, dessen Oberfläche durch die horizontate Linie A, B angedeutet wird. Man sieht hier, daß das Prisma C durch drei niedrige Träger D, E, F unterstützt wird, auf welchen es horizontal und unbeweglich liegen muß. Ein sehr wesentlicher Theil des Gestells sind die Docken. Man versteht hierunter senkrechte, von Holz, Messing oder Gußeisen verfertigte Stützen, welche auf den Wangen oder auf dem Prisma stehen. Zu einer vollständigen Drehbank gehören drei Docken, zwei davon stehen am Ende der Drehbank, links vom Arbeiter unbeweglich, nämlich die Hinterdocke G und die Vorderdocke H; die dritte I, welche der Reitstock genannt wird, läßt sich längs der Wangen oder des Prisma verschieben, und an jedem beliebigen Punkte mittelst einer Schraube (K in Fig. 327) befestigen. Die Vorder- und Hinterdocke (oft Beide zusammen in Einem Stücke aus Eisen gegossen) dienen zur Unterstützung der Spindel L, M, welche horizontal und parallel zu den Wangen eingelegt sein und richtig rund laufen, d. h. sich ohne Abweichung um ihre mathematische Achse drehen muß. Der Reitstock enthält den zylindrischen oder prismatischen Reitnagel N, O, dessen Achse bei jeder Stellung

des Reitstockes genau in die Verlängerung der Spindelachse fallen soll, und welcher an dem der Spindel zugekehrten Ende mit einer kegelförmigen Spitze N versehen ist. Der Reitnagel läßt sich in dem Reitstocke mittelst der Schraube Q vor- oder rückwärts schieben, und in der ihm gegebenen Lage mittelst einer Druckschraube P befestigen.

b) Die Spindel L M wird auf verschiedene Weise in die Docken G, H eingelegt. Nach der aus Fig. 327 ersichtlichen Art, welche jetzt bei kleinen Drehbänken fast immer angewendet wird, und hier die vorzüglichste ist, liegt die Spindel nahe an ihrem rechten oder vorderen Ende mit einem konischen (punktirt angegebenen) Halse in einem gleich gestalteten Lager der Docke H und wird im Mittelpunkte des hinteren Endes durch eine an der Docke G angebrachte Spitze R gehalten. Bei großen Drehbänken, auf welchen schwere Gegenstände bearbeitet werden, muß man jedoch Festigkeit halber der Spindel auch in der Hinterdocke ein Lager geben, so daß sie als dann in ähnlicher Weise unterstützt ist, wie man mit liegenden Wellen bei Maschinen gewöhnlich zu thun pflegt. In jedem Falle ragt das vordere Ende M der Spindel ein wenig aus der Docke H hervor, und ist hier mit einem Schraubengewinde versehen.

c) Die Vorrichtung, durch welche die Spindel in Umdrehung gesetzt wird, besteht gewöhnlich aus einem hölzernen (zuweilen eisernen) Rade, welches mit einer auf der Spindel angebrachten Rolle S durch eine Schnur oder einen Riemen ohne Ende in Verbindung steht. Das Rad, Schwungrad, wird bei kleinen Drehbänken (wo man es unter dem Gestelle anzubringen pflegt) mittelst eines Krummzapfens, einer Zugstange und eines Trittes von dem Drechsler selbst durch Treten mit einem Fuße bewegt. Bei größeren Drehbänken dagegen wird das Schwungrad in einem eigenen Gestelle neben die Drehbank gestellt und von einem Gehülfen mit den Händen an einer Kurbel gedreht. Wo mehrere Drehbänke oder eine Drehbank und noch andere Maschinen zugleich in Gang zu setzen sind (wie in großen mechanischen Werkstätten und Fabriken) wendet man Wasser- oder Dampfkraft zum Betriebe an. Dann liegt im oberen Theile des Arbeitsraumes eine lange, mit mehreren Riemenscheiben versehene und von der Triebkraft umgedrehte Welle, von welcher die endlosen Riemen auf die Spindelrollen der Drehbänke herablaufen. Die Spindeln sehr schwerer Drehbänke werden von Dampfkraft mittelst verzahnter Räder in Umdrehung gesetzt, sofern hier nur eine ziemlich langsame, dagegen kraftvolle Drehung erforderlich ist.

Weil, nach der Größe und sonstigen Beschaffenheit der Arbeitsstücke, deren drehende Bewegung bald mit größerer, bald mit geringerer Geschwindigkeit Statt finden muß, so versieht man in der Regel (wenn der Betrieb mittelst eines Riemens oder einer Schnur geschieht) die Spindel mit einer mehrfachen Rolle, wie S in Fig. 327, deren Rinnen oder Schnurläufe von verschiedenem Durchmesser sind. Bei dieser Veranstaltung wird unter Voraussetzung einer gleichbleibenden Geschwindigkeit des Schwungrades, die Umdrehung der Spindel desto langsamer, je kleiner derjenige Absatz der Rolle ist, in welcher man die Schnur oder den Riemen legt.

d) An der Spindel werden, mit oder ohne Hülfe des Reitstocks, die zu bearbeitenden Gegenstände dergestalt befestigt, daß die Umdrehung der Spindel sich denselben mittheilt. Man nennt diese Befestigung das Einspannen, und bewirkt sie nach zwei wesentlich verschiedenen Methoden, unter welchen man mit Rücksicht auf die Gestalt des Arbeitsstücks und auf die Art der mit demselben vorzunehmenden Bearbeitung wählt. Wenn das Arbeitsstück lang ist, oder wenn ein mäßig langer Gegenstand nur auf seinem Umkreise abgedreht werden soll, so bedient man sich des Ein-

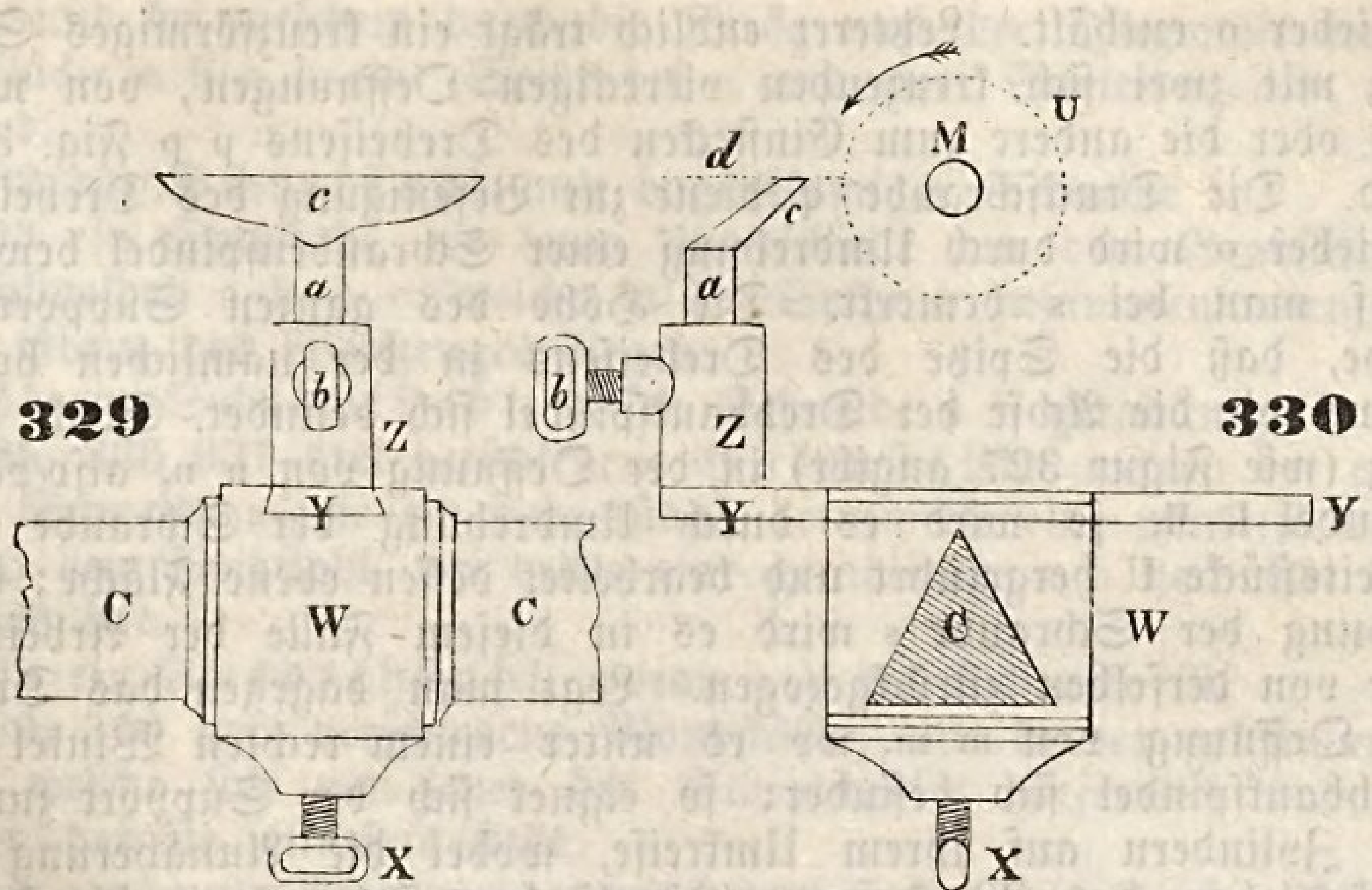
spannens zwischen Spitzen, wobei das Stück an beiden Enden (einerseits von der Spindel, andererseits vom Reitnagel) gehalten wird. Gegenstände aber, die von geringerer Länge sind, oder auf ihrer Endfläche bearbeitet werden müssen, erhalten bloß eine Befestigung an einem Ende (an der Spindel) und bleiben daher mehr den Drehwerkzeugen zugänglich, namentlich was das der Spindel entgegengesetzte Ende betrifft.

Beim Drehen zwischen Spitzen, welches jederzeit am meisten ein richtiges Rundlaufen gewährt, und deßhalb für genaue Arbeit unbedingt den Vorzug verdient (sofern es den Umständen nach überhaupt anwendbar ist), wird das Arbeitsstück auf seinen beiden Endflächen im Mittelpunkte mit einer kleinen konischen Vertiefung versehen. Die Spitzen sind genau gedrehte Kegel von gehärtetem Stahle; eine derselben befindet sich am Reitnagel (N in Fig. 327) die andere wird in das Ende M der Spindel eingeschraubt. Indem man das Arbeitsstück mit den schon erwähnten Vertiefungen seiner Endflächen zwischen die Spitzen legt, bilden letztere die Endpunkte seiner Umdrehungsachse. Mittelst einer besonderen kleinen Vorrichtung, welche man den Führer nennt, muß die Umdrehung der Spindel auf die Arbeit übertragen werden, weil hierzu die Spitze der Spindel keine hinreichende Verbindung gewährt. Ist ein langes Arbeitsstück auf seiner Endfläche zu bearbeiten (z. B. in der Achse zu bohren) so wird der Reitnagel ein Hinderniß. Man läßt dann dieses Ende (welches vorher konisch abgedreht wird) in einem Lager laufen, welches sich an einer (nur für diesen Fall dienenden) Hülfsdocke, der sogenannten Lünette, befindet; das andere Ende wird wie sonst von der Spitze der Spindel unterstützt, der Reitstock aber zur Seite geschoben, nöthigen Falls sogar gänzlich von der Drehbank abgenommen.

Arbeitsstücke, welche nur an einem Ende befestigt werden können, verbindet man mit der Spindel durch Futter oder Patronen, die aus Holz, Messing oder Eisen gemacht und von sehr verschiedener Einrichtung sind, indem die Arbeit in denselben bloß durch Einklemmen, oder durch Schrauben ꝛc. festgehalten wird. Man schraubt die Futter auf das Gewinde M der Spindel. Der Reitstock wird in diesem Falle nicht gebraucht. Flache und dünne (scheibenartige) Gegenstände werden oft auf einer hölzernen Scheibe, die auf der Spindel angeschraubt ist, mittelst eines Kittes aus Kolophonium, Terpenthin und Ziegelmehl aufgekittet. In Fig. 327, 328 kann T eine solche Kittscheibe und U das darauf befindliche Arbeitsstück vorstellen. Statt der Kittscheibe hat man zum Einspannen flacher Stücke von beträchtlicherer Größe scheibenförmige Futter mit Schraubzwingen oder Schraubhaken.

e) Die Vorrichtung, durch welche während des Drehens das Drehwerkzeug unterstützt wird, ist für verschiedene Fälle von zweierlei Art. Beim Drehen von Holzarbeiten u. dgl., so wie von ordinären Metallgegenständen, insbesondere jedes Mal, wenn die Gestalt des abzudrehenden Stückes nicht von sehr einfacher Art ist, wird das Dreheisen mit den Händen angehalten und fortbewegt, wobei der Drechsler es auf die sogenannte Auflage stützt. Beim genauen Drehen von Zylindern, Kegeln und ebenen Flächen aus Metall dagegen bedient man sich meistentheils (und wenn es auf genaue Arbeit ankommt, immer) einer mechanischen Vorrichtung (des Supportes), worin das Dreheisen fest eingeschraubt ist, und durch langsame Umdrehung einer Schraubenspindel an der Arbeit fortgeführt wird.

Die einfache Auflage zum Drehen aus freier Hand ist Fig. 329 in dem Seitenaufrisse und Fig. 330 in der Queransicht vorgestellt. Man muß sich, um die Verbindung derselben mit der Drehbank einzusehen, vorstellen, daß aus Fig. 327 die ganze mit V V bezeichnete Vorrichtung

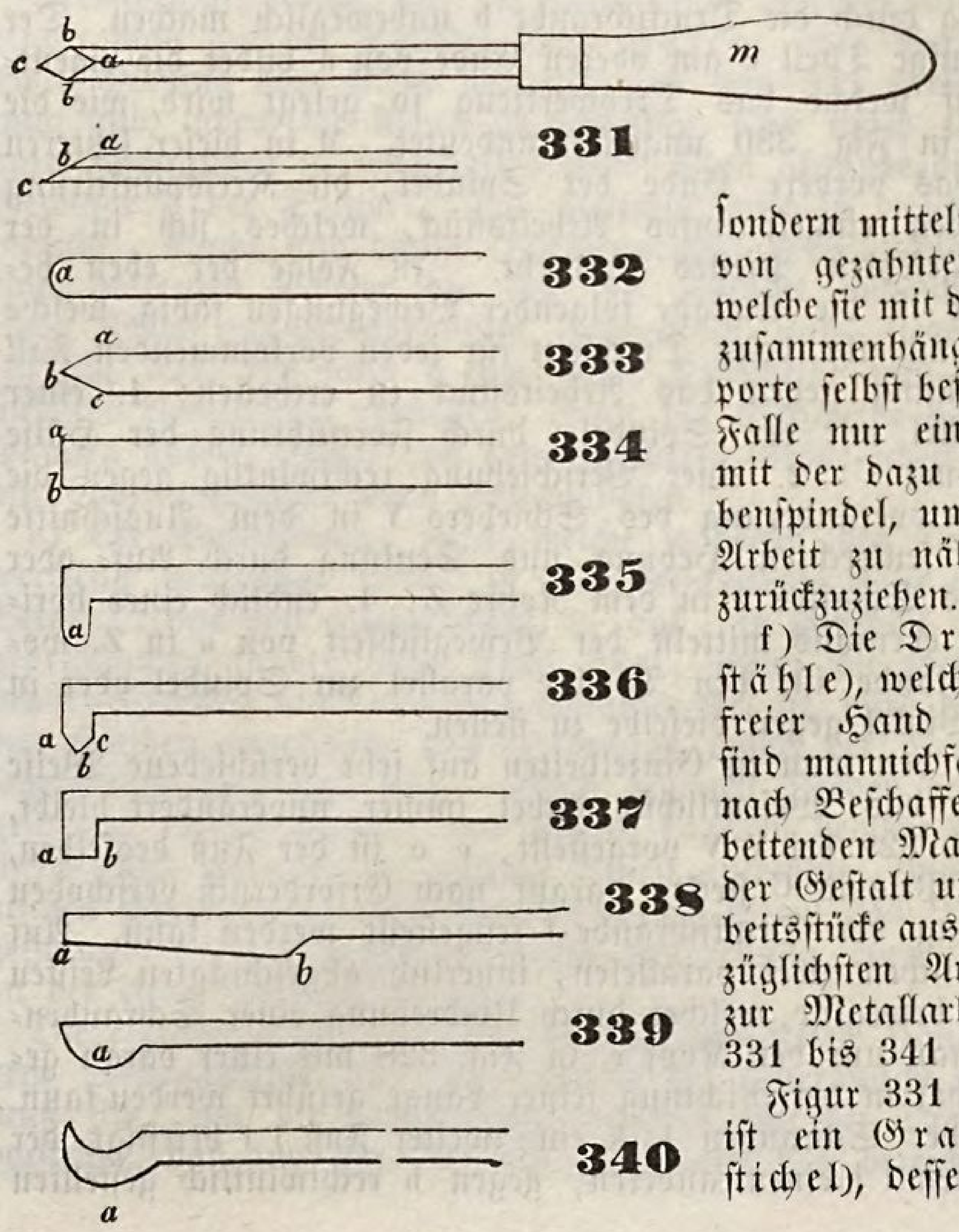


weggenommen, und dafür Fig. 329 an die Stelle gesetzt sei, wozu in der letztgenannten Abbildung der mit dargestellte Theil des Prisma C C die erforderliche Richtschnur an die Hand gibt. W ist eine, auf dem Prisma C verschiebbare und an jedem Platze vermittelst der Druckschraube X zu befestigende Hülse, welche oben, quer gegen das Prisma stehend, einen schwalbenschwanzförmigen Ausschnitt zur Aufnahme des Schiebers Y enthält. Auf diesem letzteren erhebt sich das senkrechte, oben offene, eiserne Rohr Z und in diesem läßt sich der zylindrische Schaft a sowohl auf- und niederschieben, als um seine Achse drehen, dann in jeder ihm gegebenen Stellung durch die Druckschraube b unbeweglich machen. Der schräge schaufelförmige Theil c am oberen Ende von a bildet die eigentliche Auflage, auf welche das Drehwerkzeug so gelegt wird, wie die punktirte Linie d in Fig. 330 ungefähr andeutet. M in dieser letzteren Figur bezeichnet das vordere Ende der Spindel, die Kreispunktirung U ein an derselben eingespanntes Arbeitsstück, welches sich in der Richtung des beigesetzten Pfeiles umdreht. In Folge der eben beschriebenen Bauart ist die Auflage folgender Bewegungen fähig, welche nothwendig sind, um ihr beim Drechseln für jeden vorkommenden Fall die geeignete Stellung gegen das Arbeitsstück zu ertheilen: 1. einer Verschiebung parallel mit der Spindel, durch Fortführung der Hülse W längs des Prisma C; 2. einer Verschiebung rechtwinklig gegen die Spindel, durch Ortsveränderung des Schiebers Y in dem Ausschnitte von W; 3. einer senkrechten Hebung und Senkung durch Auf- oder Niederschiebung des Schaftes a in dem Rohre Z; 4. endlich einer horizontalen Drehung, ebenfalls mittelst der Beweglichkeit von a in Z, wodurch man im Stande ist, den Theil c parallel zur Spindel oder in einem beliebigen Winkel gegen dieselbe zu stellen.

Der Support, den man in Einzelheiten auf sehr verschiedene Weise konstruirt, obschon das Wesentlichste dabei immer unverändert bleibt, ist in Fig. 327 und 328 bei V V vorgestellt, e e ist der Fuß desselben, welcher auf dem Prisma C steckt, darauf nach Erforderniß verschoben und durch Anziehung der Druckschraube f festgestellt werden kann. Auf diesem Fuße ist zwischen zwei parallelen, innerlich abgeschrägten Leisten g, g der Schieber h beweglich, welcher durch Umdrehung einer Schraubenspindel (von der man nur den Kopf r, in Fig. 328 mit einer daran gesteckten Kurbel, sieht) in der Richtung seiner Länge geführt werden kann. Auf h ist mittelst der Schrauben k k ein zweiter Fuß i i befestigt, der zwischen zwei Leisten l l einen anderen, gegen h rechtwinklich gestellten

Schieber o enthält. Letzterer endlich trägt ein kreuzförmiges Stück m m, n n, mit zwei sich kreuzenden viereckigen Oeffnungen, von welchen die eine oder die andere zum Einstecken des Dreheisens p p Fig. 327 benutzt wird. Die Druckschraube q dient zur Befestigung des Dreheisens. Der Schieber o wird durch Umdrehung einer Schraubenspindel bewegt, deren Kopf man bei s bemerkt. Die Höhe des ganzen Supports ist eine solche, daß die Spitze des Dreheisens in der nämlichen horizontalen Ebene wie die Achse der Drehbankspindel sich befindet. Steckt das Werkzeug (wie Figur 327 angibt) in der Oeffnung von n n, also parallel zur Spindel L M, so wird es durch Umdrehung der Schraube r vor dem Arbeitsstücke U hergeführt und bearbeitet dessen ebene Fläche; durch Umdrehung der Schraube s wird es in diesem Falle der Arbeit genähert oder von derselben zurückgezogen. Legt man dagegen das Dreheisen in die Oeffnung von m m, wo es unter einem rechten Winkel gegen die Drehbankspindel sich befindet; so eignet sich der Support zum Drehen von Zylindern auf ihrem Umkreise, wobei die Annäherung und das Zurückziehen des Werkzeuges mittelst der Schraube r, die Fortführung desselben, in einer Richtung parallel zur Spindel, durch die Schraube s Statt findet. Gibt man endlich, während das Dreheisen in m m sich befindet, dem oberen Fuße i i mittelst seiner Befestigungsschrauben k k eine solche Stellung, daß der Schieber o einen spitzen Winkel mit der Drehbankspindel bildet, so kann man konische Gegenstände drehen.

Bei sehr großen Drehbänken, auf welchen lange Walzen abgedreht werden, verbindet man den Support dergestalt mit dem Drehbankgestelle, daß eine große Schraube, eben so lang als die Wangen und zwischen denselben liegend, ihn von einem Ende der Drehbank bis an's andere fortführen kann. Jene Schraube erhält alsdann ihre Umdrehung nicht mehr durch die Hand, sondern mittelst einer Verbindung von gezahnten Rädern, durch welche sie mit der Drehbankspindel zusammenhängt. Auf dem Supporte selbst befindet sich in diesem Falle nur ein einziger Schieber mit der dazu gehörigen Schraubenspindel, um das Dreheisen der Arbeit zu nähern oder von ihr zurückzuziehen.



f) Die Dreheisen (Drehstähle), welche beim Drehen aus freier Hand gebraucht werden, sind mannichfaltig, und werden nach Beschaffenheit des zu bearbeitenden Materials, sowie nach der Gestalt und Größe der Arbeitsstücke ausgewählt. Die vorzüglichsten Arten der Drehstähle zur Metallarbeit sind in Figur 331 bis 341 abgebildet.

Figur 331 (in zwei Ansichten) ist ein Grabstichel (Drehstichel), dessen Durchschnitt qua-

dratförmig, und bei welchem durch die schräg nach der Diagonale angeschliffene Fläche a b c b eine Spitze bei c und zwei Schneiden c b, c b gebildet sind.

Figur 332 ein Schrotstahl, mit bogenförmiger Schneide a.

Figur 333 ein Spitzstahl, wo (zum Unterschiede von dem Grabstichel) die zwei Schneiden a b, b c, welche in der Spitze b zusammenlaufen, in der oberen Ebene des Werkzeuges liegen.

Figur 334 ein Schlichtstahl, dessen Schneide a b geradlinig ist.

Figur 335, 336, 337 drei verschiedene Hakenstähle, wovon der erste eine runde Schneide a wie ein Schrotstahl, der zweite eine winkelförmige a b c gleich dem Spitzstahl, der dritte eine geradlinige a b nach Art des Schlichtstahls hat.

Figur 338 ein Ausdrehstahl, woran a b die Schneide ist.

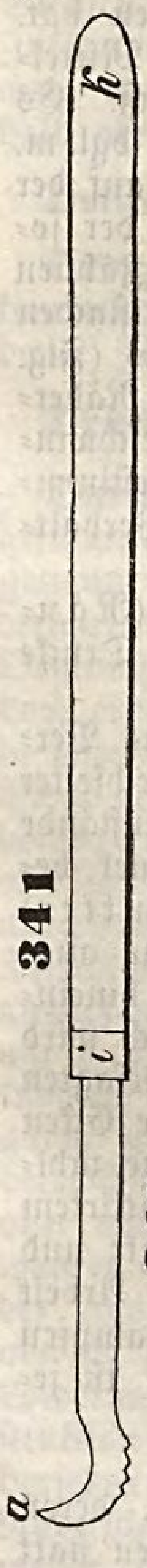
Figur 339, 340 zwei verschiedene Mondstähle, mit konvex gekrümmter Scheide a, welche sich von jener des Schrotstahles wesentlich dadurch unterscheidet, daß sie seitwärts steht.

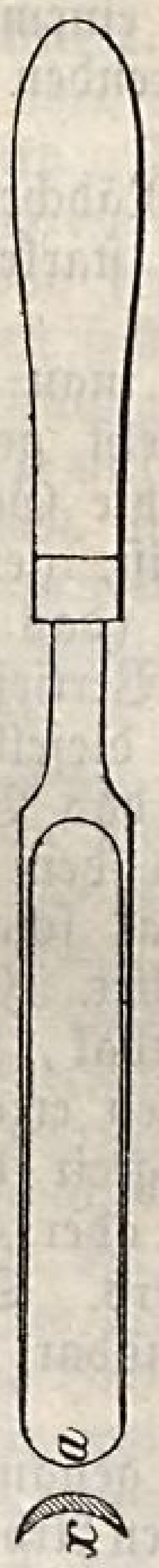
Alle bisher genannten Arten werden mit kurzen Heften nach Art der Feilenhefte versehen, wie m in Fig. 331 zeigt. Außerdem gebraucht man zum Drehen großer Eisenarbeiten die sogenannten Drehhaken, Fig. 341, welche ein langes, an die Achsel zu legendes Heft i k erhalten, und an der Schneide bei a entweder wie ein Schrotstahl, oder wie ein Spitzstahl, oder wie ein Schlichtstahl gestaltet sind, wonach man sie Schrothaken, Spitzhaken, Schlichthaken benennt.

Zum Drechseln des Holzes kommen hauptsächlich die Röhre Figur 342, der Meißel, Fig. 343, der Stichstahl, Figur 344 und außerdem Ausdrehstähle, Spitzstähle, Hakenstähle u. a. m. in Anwendung. Fig. 342 ist wie eine halbzylindrische Rinne gestaltet (s. den Querdurchschnitt x), deren zugerundetes Ende a scharf geschliffen ist. Fig. 343 ist flach, und hat eine geradlinige, schräg stehende Schneide a b. Fig. 344 gleicht mit seiner kurzen geraden Schneide bei a einem sehr schmalen Schlichtstahle (Fig. 334).

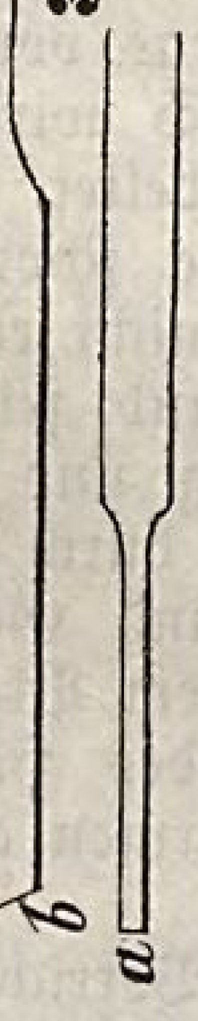
Die Drehstähle, welche beim Drehen mit dem Support gebraucht werden, sind kurz, ohne Hefte, und hinsichtlich ihrer Schneide größtentheils den Grabsticheln (Fig. 331) oder den Spitzstählen (Fig. 333) ähnlich.

g) Das Verfahren beim Drechseln ist viel zu sehr Sache der praktischen Fertigkeit und von den Umständen abhängig, um hier auseinandergesetzt zu werden. Beim Drehen aus freier Hand wird der Erfolg sowohl von der Güte und zweckmäßigen Auswahl des Drehwerkzeuges, als von dessen geschickter und angemessener Führung bedingt. Höchst wichtig ist auch eine passende Geschwindigkeit des Arbeitsstückes bei seiner Umdrehung. Je weicher das Material ist, desto größer darf diese Geschwindigkeit sein. Arbeiten aus Gußeisen, welche mit dem Support gedreht werden, gibt man nicht gern eine größere Umfangsgeschwindigkeit, als etwa 3 Zoll pr. Sekunde, d. i. 15 Fuß pr. Minute, wonach z. B. ein Stück von 6 Zoll Durchmesser 5½ Umdrehungen in einer Minute macht, ein solches von 3 Fuß Durchmesser aber 37 bis 38 Sekunden zu


341


342


343


344

Einer Umdrehung erfordert. Eisen und Stahl erhitzen durch ihren großen Widerstand die Drehwerkzeuge bedeutend, und würden hierdurch das Weichwerden und die vorschnelle Abstumpfung derselben veranlassen, wenn man nicht ununterbrochen Wasser auf die Stelle tröpfeln ließe, wo man arbeitet.

Das Verfahren beim Drehen mit dem Supporte geht im Wesentlichen schon aus Dem hervor, was oben bei der Beschreibung des Supportes gesagt worden ist.

h) Außer dem Drehen sind vorzüglich noch folgende Arbeiten, zu welchen die Drehbank mehr oder weniger allgemein benutzt wird.

1. Das Bohren. — Man bohrt auf der Drehbank nach zwei Methoden. Die erste besteht darin, daß man das an der Spindel eingespannte Arbeitsstück wie beim Drechseln umlaufen läßt, während man den Bohrer mit der Hand dagegen anhält, oder durch den mittelst seiner Schraube allmälig vorgeschobenen Reitnagel andrückt. Die andere Art ist das Umgekehrte hiervon: es wird nämlich der Bohrer eingespannt und in Umdrehung gesetzt, indeß man das Arbeitsstück dagegen legt und andrückt. Die erstere Verfahrungsart wird immer beobachtet, wenn man in der Mitte eines gedrechselten Gegenstandes ein Loch zu bohren hat. Die zweite eignet sich besonders für solche Fälle, wo außer dem Mittelpunkte oder an nicht gedrechselten Arbeiten gebohrt werden muß. Es gehört dazu auch das Ausbohren kleiner Cylinder, Lagerbüchsen u. dgl. m.

2. Das Schraubeneinschneiden. — Man bedient sich, um auf der Drehbank Schraubengewinde zu verfertigen, gewöhnlich entweder der sogenannten Schraubstähle (welches Drehstähle mit dreieckigen Zähnen oder Einkerbungen sind) aus freier Hand; oder — zu groben flachen Gewinden — eines Werkzeuges von der Gestalt eines Schlichtstahls (Fig. 334) in einem Supporte, welcher letztere aber hierbei so durch Räderwerk mit der Drehbankspindel verbunden werden muß, daß die Geschwindigkeit des Schneidstahls mit jener des Arbeitsstückes in einem bestimmten, zur Erzeugung des beabsichtigten Gewindes führenden Verhältnisse stellt.

3. Das Rändeln, wobei mittelst gravirter stählerner Rädchen (Rändelräder), die man an den Umkreis der Arbeit unter starkem Drucke anhält, Verzierungen in dieselbe eingepreßt werden.

4. Das Drücken. — Mit diesem Namen bezeichnet man das Verfahren, aus flachen Blechplatten auf der Drehbank mittelst gedrechselter hölzerner Formen und der sogenannten Drückstähle hohle Gegenstände (Gefäße oder andere) hervorzubringen. Die Methode ist, genauer betrachtet, wieder eine zweifache. Entweder ist die Form (das Futter) nach der beabsichtigten Gestalt vertieft, und das vor der Vertiefung ausgespannte, am Rande derselben befestigte Blech wird in dieselbe hineingedrückt; oder das Futter ist im Relief gearbeitet, und das Blech wird darüber gezogen. Die Drückstähle haben, wie schon aus dem Gesagten als nothwendig hervorgeht, keine Schneiden, nicht ein Mal scharfe Ecken oder Kanten; sie sind vielmehr abgerundet und fein polirt. Eine zahllose Menge von Gegenständen aus Messing und Tombak, plattirtem Kupfer, Weißblech, Argentan, Silber ꝛc. wird durch Drücken erzeugt; und diese Methode gewinnt, was Schnelligkeit und Genauigkeit der Arbeit betrifft, in hohem Maße den Vorrang vor dem Pressen oder Stampfen in Stanzen, sowie vor dem Treiben mittelst des Hammers. Sie ist jedoch nur für runde (und allenfalls ovale) Formen anwendbar.

Drehstuhl wird die kleine drehbankartige Vorrichtung genannt, deren sich hauptsächlich die Uhrmacher zu ihren feinen und kleinen Arbeiten statt

einer wirklichen Drehbank bedienen. Im allgemeinen Baue hat der Drehstuhl große Aehnlichkeit mit einer Prismadrehbank, nur hat er eine viel geringere Größe und steht nicht fest auf einem Gestelle, sondern wird zum Gebrauche in einem Schraubstocke eingespannt. Die drehende Bewegung des Arbeitsstücks wird mittelst eines Handbogens, wie jene der Rollenbohrer — (s. den Artikel Bohrer, S. 317) — hervorgebracht, ist also eine alternirende. Man unterscheidet zwei Hauptgattungen der Drehstühle: den Stiftendrehstuhl, welcher auf das Einspannen zwischen Spitzen, und den Dockendrehstuhl, welcher auf das Einspannen in Futtern berechnet ist.

Drell, Drillich werden alle gemusterten Leinengewebe genannt, welche nicht auf Zug- oder Maschinenstühlen gewebt werden. Diese letzteren führen den Namen Damast. Der Webestuhl zum Drell hat 4, 8 und mehr Schäfte (zuweilen bis 30) und gewöhnlich eine gleiche Anzahl Tritte. Seiner Anwendung nach unterscheidet man den Drell in Tischdrell (als Tafelzeug), Handtuchdrell, Bettdrell, Beinkleiderdrell. Die Drell-Muster bestehen aus Köperstreifen verschiedener Art, aus sogenannten Steinen (Vierecken, die in abweichender Art geköpert sind, und durch ihre Zusammenstellung eine Zeichnung bilden), oder aus kleinen und einfachen, mehr oder weniger eckigen Figuren. Viele Sorten des Drells werden halb oder ganz aus Baumwolle nachgeahmt.

Drillich s. Drell.

Droguet (Droget), ein ehemals viel gebräuchlicher, jetzt wenig vorkommender geblümter Wollenstoff aus Kammgarn; deßgleichen ein seidener Zeug mit verschiedenen Arten von Mustern.

Drücken auf der Drehbank s. den Artikel Drehbank, am Schlusse.

Durchschnitt. Eine Maschine, mittelst welcher in Blech Löcher ausgeschnitten oder durchgestoßen werden, weßhalb sie auch Lochmaschine genannt wird. Das Wesentlichste derselben beruht in dem Gegeneinanderwirken zweier Hauptbestandtheile, nämlich einer Stahlplatte mit einer Oeffnung von derjenigen Gestalt und Größe, welche das auszuschneidende Loch erhalten soll, und eines stählernen Stempels, welcher genau passend in jene Oeffnung eintritt. Ist nun auf die Platte das zu durchlöchernde Blech gelegt, und wird sodann mit gehöriger Kraft der Stempel darauf herabgetrieben, so dringt Letzterer mit einer einzigen solchen Bewegung, also fast augenblicklich durch das Blech, und tritt in die Oeffnung der unterhalb befindlichen Platte, indem er ein entsprechend gestaltetes Stück Metall lostrennt. In einigen Fällen sind eben diese aus dem Bleche ausgeschnittenen Theile dasjenige, was man weiter verwenden will, wie z. B. bei Verfertigung der runden Plättchen zu Münzen, Kleiderknöpfen ꝛc.; in anderen aber bilden die ausgeschnittenen Theile den Abgang, und das Ziel der Arbeit besteht in Erzeugung der Löcher, wie beim Durchstoßen von Nietlöchern, bei Darstellung der blechernen Siebe, oder durchbrochener Verzierungen in allerlei aus Blech gemachten Metallwaaren. Jedenfalls ist man in der Gestalt der gemachten Löcher und der ausgeschnittenen Plättchen nicht auf die runde Form beschränkt, obwohl diese am öftesten vorkommt. Nach der Größe der zu erzeugenden Löcher und der Dicke des zu durchschneidenden Bleches ist die Größe, Konstruktion und Betriebsweise des Durchschnitts sehr verschieden, wie sich vorhersehen läßt, wenn man bedenkt, daß einerseits Löcher von der Feinheit eines Nadelstiches in papierdünnem Bleche, andererseits solche von 1 Zoll Durchmesser in 4 bis 6 Linien starken Eisenplatten mittelst dieser Maschine

gemacht, ebenso die Platten zu allen Geldstücken von den kleinsten silbernen Scheidemünzen bis zu den großen und dicken Doppelthalern damit geschnitten werden müssen. Kleine und mittlere Durchschnitte werden mit der Hand bewegt, große durch Dampfkraft; der Mechanismus zum Auf- und Niedertreiben des Stempels besteht in einer Schraube, einem Hebel, einem Krummzapfen, ꝛc.

E.

Edelsteine. Der Begriff dieses Wortes ist ziemlich schwankend, je nachdem man dabei nur auf die Schönheit, oder auch zugleich auf Seltenheit und Kostbarkeit Rücksicht nimmt. Gewöhnlich geschieht das Letztere, und man versteht alsdann darunter solche Mineralien, die ihrer Farbe und Seltenheit wegen als Schmuckstein in hohem Preise stehen. Durchsichtigkeit und ein hoher Grad von Härte sind zwar den meisten, aber keineswegs allen Edelsteinen eigen. Weniger seltene und kostbare, obwohl durch schöne Farben zu Schmuck und ausgelegten Steinarbeiten sich eignende Mineralien werden wohl mit dem Namen Halbedelsteine belegt.

Zu den Edelsteinen rechnet man vornehmlich folgende: den Diamant, Rubin, Saphir, Smaragd, Beryll, Topas, Hyazinth, Granat, Chrysoberyll, Türkis, Spinell, Opal. Zu den Halbedelsteinen den Bergkrystall, Amethyst, Karneol, Heliotrop, Onyx, Achat, Katzenauge, Aventurin, Lasurstein, Malachit, und andere.

Es ist in neuerer Zeit gelungen, die meisten Edelsteine durch künstliche Glasflüsse so täuschend nachzubilden, daß es oft sehr schwer, ja fast unmöglich ist, dem bloßen Ansehen nach die echten von den nachgeahmten zu unterscheiden; aber auch durch andere, weniger werthvolle Steine werden mitunter die kostbareren Edelsteine ersetzt, wie z. B. der Rubin durch den ihm sehr ähnlichen, aber weniger theuern Spinell, der Onyx durch den Halbopal. Durch die künstlich erzeugte Gestalt ist die Krystallform, die sonst als Merkmal dienen könnte, zerstört; die vielen angeschliffenen Facetten machen es unmöglich, die etwa vorhandene doppelte Strahlenbrechung zu erkennen, auch der Blätterdurchgang und das Verhalten vor dem Löthrohr kann, bei der Unzulässigkeit, den Stein zu zertrümmern, nicht ermittelt werden. Die einzigen, noch zu Gebote stehenden Erkennungsmittel sind die Härte und das spezifische Gewicht, das letzte aber auch nur bei ungefaßten Steinen. Da ferner die künstlichen Edelsteine aus einem sehr bleibaltigen, daher schweren, Glasflusse bestehen, dessen spezifisches Gewicht von jenem der meisten Edelsteine nicht bedeutend abweicht, so ist es, besonders bei sehr kleinen Steinen, schwierig, hierauf eine sichere Unterscheidung zu begründen.

Es bleibt also nur die Härte als untrügliches Erkennungsmittel, welches um so bequemer ist, als es selbst bei gefaßten Steinen angewandt werden kann. Sämmtliche Glasflüsse sind so weich, daß sie vom Bergkrystall oder Feuerstein geritzt werden, wenn man eine scharfe Ecke derselben unter mäßigem Druck über eine geschliffene Fläche des zu prüfenden Steines hinwegzieht. Die echten Edelsteine, mit Ausnahme des Opal und des Türkis, werden vom Feuerstein nicht geritzt. Da das Farbenspiel des edlen Opals bei künstlichen Glasflüssen nicht nachgeahmt werden kann, so ist eine Verfälschung hier nicht möglich. Nur beim Türkis, dessen Härte jene der Glasflüsse nur unbedeutend übersteigt, halten wir eine sichere Unterscheidung ohne Zerstörung des Exemplars für äußerst schwierig, fast unmöglich.

Bei den Halbedelsteinen kommt die Nachahmung durch Glasflüsse selten vor. Die zuerst genannten acht haben mit dem Feuersteine gleiche Härte, und werden von ihm nur wenig und schwierig geritzt. Der künstliche Aventurin ist von dem echten schon im Ansehen leicht zu unterscheiden. Lasurstein und Malachit werden durch Glasflüsse nie, wohl aber durch andere, schon im Ansehen sich leicht verrathende Kompositionen nachgebildet.

Da den meisten der genannten Edelsteine besondere Artikel gewidmet sind, so können wir auf diese verweisen.

Hinsichtlich des Schleifens und Gravirens sehe man die Artikel Diamant und Steinschleiferei, über künstliche Edelsteine den Artikel Glasflüsse.

Eichenrinde. Als Material zum Gerben des lohgaren Leders ein technisch sehr wichtiges Rohprodukt. Ihre Wirksamkeit als Gerbmaterial beruht auf ihrem Gehalt an Gerbsäure (Gerbstoff). Die innere Rinde enthält die meiste, die äußere Borke sehr wenig Gerbsäure. Ein großer Unterschied liegt ferner im Alter. Die Rinde junger Eichen (Spiegelrinde, Spiegelborke), gewöhnlich von 8- bis 10jährigen Eichenbüschen geschält, wird der von alten Bäumen vorgezogen. So fand Müller in junger Eichenrinde 10,5, in alter dagegen nur 4,5 Prozent Gerbsäure. M. s. noch Leder.

Eingelegte Arbeit. Eine besondere Art feiner Tischlerarbeit, wobei die Oberfläche der Holzarbeiten durch eingelegte Stücke verschiedener farbiger oder weißer Hölzer, oder auch anderer Materialien, eine oft sehr geschmackvolle Verzierung erhält. Außer Holz (welches oft verschiedentlich durch Kunst gefärbt wird) werden Elfenbein, Horn, Perlmutter, Schildpatt, Messing, Kupfer, Silber und selbst Gold zu solchen eingelegten Arbeiten genommen. Man fängt damit an, dünne Tafeln aus ihnen herzustellen, und schlägt nun mit schneidigen Eisen die Stücke in der beabsichtigten Form aus, oder schneidet sie mit einer feinen Laubsäge zurecht. Man sucht die Formen so zu wählen, daß nicht nur die ausgeschlagenen Stücke, sondern auch die umgebenden Theile zu Auslegungen dienen können. Schneidet man z. B. in zwei auf einander gelegten Blättern, von welchen das eine aus Mahagoniholz, das andere aus Ahornholz besteht, gleichzeitig mittelst der Laubsäge eine Verzierung aus, so können nachher die von dem Mahagoni herausgefallenen Theile in das Ahornblatt eingelegt werden, und umgekehrt. Man verfertigt auch eingelegte Arbeit nach Art der Mosaik, indem man aus verschiedenfarbigen, parallel liegenden zusammengeleimten Holzstäbchen einen Klotz bildet, und diesen alsdann quer in Blätter zerschneidet, welche letztere alle die gleiche Figur darbieten.

Einschlag heißt bei den gewebten Stoffen der quer laufende, von einer Kante zur anderen hin und her gehende Faden, welcher auf dem Webestuhle mittelst der Schütze zwischen die Kettenfäden gelegt wird. Man gebraucht dafür auch die Ausdrücke Einschuß, Schuß und Eintrag.

Einschuß, s. Einschlag.

Einsetzen. Man nennt so die Verfahrungsart, durch welche schmiedeiserne Gegenstände oberflächlich in Stahl verwandelt werden, so daß sie äußerlich hart und zur Annahme einer schönen Politur geeignet sind.

Manche Werkzeuge ꝛc., so wie die Stahl-Schmucksachen werden auf diese Weise zubereitet. Man legt sie mit einem pulverigen Gemenge von verkohlten Knochen, verkohltem Leder und Raspelspänen von Horn oder Ochsenklauen umgeben in eine eiserne Büchse, verschließt dieselbe mit einem Deckel, glüht sie eine Stunde oder länger im Essenfeuer und leert dann den Inhalt schnell in Wasser aus, wodurch die Gegenstände ihre Härte erlangen. Eine sehr dünne harte Schichte erhält man auf die Weise, daß man die eisernen, blankgefeilten Stücke glühend macht, mit gepulvertem blausaurem Eisenkali (Blutlaugensalz) bestreuet und sogleich in kaltem Wasser ablöscht.

Eintrag, s. Einschlag.

Eisen. Dieses unschätzbare Metall scheint vom Schöpfer recht eigentlich dazu bestimmt zu sein, dem Menschen zu den mannichfaltigsten Zwecken die Hand zu bieten, da es so vielfache, verschiedenartige Bearbeitungen zuläßt, und wieder nach der besonderen Bearbeitung abweichende Eigenschaften erlangt, wodurch es bald zu diesem, bald zu jenem Zwecke sich vorzugsweise eignet. Sowohl das reine Metall, als auch seine Verbindungen mit dem Kohlenstoff, das Gußeisen und der Stahl, lassen sich aufs Leichteste, theils durch Gießen, theils durch Schmieden in jede beliebige Form bringen; außerdem besitzt der Stahl die hochwichtige Eigenschaft, sich beliebig härten und wieder weich machen, ja sogar ohne Aenderung der Form in weiches Eisen umwandeln zu lassen, welches seinerseits ebenfalls wieder bei unveränderter Form der Umwandlung in Stahl fähig ist. Auf gleiche Art erlangt auch das Gußeisen durch verschiedene Behandlung abweichende Eigenschaften; denn man hat es in seiner Gewalt, dasselbe von solcher Härte herzustellen, daß es von keiner Feile angegriffen wird, oder es im weichen Zustande zu gewinnen, wo es vortrefflich gefeilt, gebohrt, gehobelt, gedreht und anderweitig bearbeitet werden kann, ja es gestattet ebenfalls ohne Aenderung der Form die Umwandlung in weiches Schmiedeeisen.

Dem Physiker bietet das Eisen die interessanten und wichtigen Erscheinungen des Magnetismus. Der Kompaß, der elektrische Telegraph und die übrigen erstaunenswerthen Erscheinungen des Elektromagnetismus wären ohne das Eisen uns unbekannt; selbst zur Erzeugung des Galvanismus leistet das Eisen statt des so theuren Platins und der so zerbrechlichen Kohle vortreffliche Dienste, und wer mag im Voraus errathen, welche nützliche Eigenschaften noch im Verborgenen schlummern, und welche Rollen diesem Metall noch vorbehalten sein mögen.

Von keinem andern Metalle sind aber auch auf unserm Planeten solche Massen aufgespeichert. Unter allen Himmelsstrichen, in allen, den ältesten wie den jüngsten Gebirgsformationen kommt es, theils in großen zusammenhängenden Lagern, theils in kleinen Partien eingesprengt vor, ja nur in höchst seltenen Fällen wird der Chemiker einen Mineral- oder einen organischen Körper analysiren, der nicht wenigstens kleine Mengen von Eisen enthielte; geht es doch selbst in die Zusammensetzung des Blutes in nicht unbedeutender Menge und als wesentlicher Bestandtheil ein.

Unter den mannichfaltigen Verbindungen des Eisens, die als Mineralkörper im Schoße der Erde angetroffen werden, kommen verhältnißmäßig nur wenige in solcher Ausdehnung vor, daß sie zur Eisengewinnung von Wichtigkeit sind. Es gehören zu diesen eigentlichen Eisenerzen die folgenden: Magneteisenstein, Eisenglanz, Rotheisenstein, Brauneisenstein, Thoneisenstein, Raseneisenstein und Spatheisenstein.

Nur als große mineralogische Seltenheit wird das Eisen im gediegenen, metallischen Zustande angetroffen; so wurde es von Schreber in dem Berg Oulle bei Grenoble innerhalb eines quarz- und thonhaltigen, Brauneisenstein führenden Ganges im Gneis, in Gestalt zarter Verästelungen beobachtet. Besonders merkwürdig ist das Vorkommen von gediegenem Eisen in den Meteormassen. Dieses Meteoreisen ist durch einen, wie es scheint, nie fehlenden Gehalt an Nickel charakterisirt.

Ohne auf diese wissenschaftlich höchst interessanten Vorkommnisse weiter eingehen zu können, beschränken wir uns auf die nutzbaren Eisenerze; also:

1. Magneteisenstein. Eine chemische Verbindung von Eisenoxyd und Oxydul in dem Verhältniß von 69 des ersteren gegen 31 des letzteren, enthält also 71,8 Prozent metallisches Eisen. Von dunkeleisenschwarzer Farbe und unvollkommenem Metallglanz; gibt ein schwarzes Pulver. Spez. Gew. = 4,24 bis 5,4. Er wird von der Magnetnadel gezogen und ist zuweilen, obwohl keineswegs immer, selbst magnetisch, und besitzt in diesem Fall, wie jeder Magnet, zwei Pole, deren einer den Süd-, der andere den Nordpol der Magnetnadel anzieht.

Der Magneteisenstein gehört seinem geognostischen Vorkommen nach dem Grundgebirge an, und bildet besonders in Schweden (Dalekarlien), Norwegen, Sibirien, China, Siam und auf den Philippinen sehr ausgedehnte Lager. Er ist es, aus dem das seiner Vortrefflichkeit wegen berühmte schwedische und russische Eisen dargestellt wird.

2. Eisenglanz. Rothes Eisenoxyd, besteht im reinen Zustande in 100 Theilen aus 69,34 Eisen und 30,66 Sauerstoff.

Er besitzt äußerlich eine stahlgraue Farbe und vollkommenen Metallglanz. Dünne Blättchen gegen das Licht gehalten, scheinen mit schön rother Farbe durch. Er gibt beim Zerreiben ein braunrothes, ins Kirschrothe übergehendes Pulver, und ist schon hierdurch, so wie dadurch, daß er die Magnetnadel nicht irritirt, leicht vom Magneteisenstein zu unterscheiden.

In ganz kompaktem und krystallisirtem Zustande kommt er nirgend ausgezeichneter vor, als auf der Insel Elba und bei Framont im Departement des Vosges. Er bildet auf Elba ganze Berge, und die Höhlungen und Spalten derselben sind häufig mit den herrlichsten Krystallisationen ausgekleidet, die, mit den schönsten Regenbogenfarben spielend, die Zierde so mancher Mineraliensammlung ausmachen.

Elba ist ebenso sehr seiner unerschöpflichen Vorräthe an reichem Eisenglanz, wie durch das Alter der Gruben berühmt. Das Erz hält durchschnittlich 69 Prozent Eisen und wurde früher auf Elba selbst verschmolzen, wie man aus den noch vorhandenen großen Schlackenhalden erkennt; gegenwärtig aber geht fast alles Erz nach Toskana, der Romagna, Genua, Neapel, Korsika und den benachbarten Punkten, um dort in katalonischen Feuern verschmolzen zu werden. Außer auf Elba und bei Framont kommt der Eisenglanz auf Korsika, bei Altenberg und Freiberg in Sachsen, Presnitz in Böhmen, Norberg und Bisberg in Schweden, am Harz und vielen andern Orten vor.

3. Rotheisenstein. Stimmt hinsichtlich seiner chemischen Zusammensetzung mit dem Eisenglanz überein, und unterscheidet sich von diesem nur durch den fehlenden Metallglanz, so wie durch die schon äußerlich rothe Farbe. Er wirkt eben so wenig wie der Eisenglanz auf die Magnetnadel; vor dem Löthrohr auf der Kohle behandelt, nimmt er eine dunklere, oft schwarze Farbe an und wird dann vom Magnet gezogen. Der kompakteste, dem Eisenglanz sich nähernde Rotheisenstein kommt häufig in knolligen, nierenförmigen Massen vor, die im Innern eine unvollkommen fasrige Struktur, einen bedeutenden Härtegrad und mitunter

selbst geringen Metallglanz, verbunden mit röthlich stahlgrauer Farbe, besitzen. Dieser fasrige Rotheisenstein mit nierenförmiger Oberfläche führt den Namen Blutstein oder rother Glaskopf, Haematit, und wird außer zur Eisengewinnung auch als Polirstein angewandt. Der ganz lockere, erdige oder ochrige Rotheisenstein ist von hochrother Farbe und kann selbst als eine ordinäre Malerfarbe dienen.

Nicht selten tritt der Rotheisenstein in inniger, obwohl nur mechanischer Mengung mit Thon auf, rother Thoneisenstein, welcher theils fest und von dunkelbraunrother Farbe, theils zerreiblich erdig erscheint und in diesem letztern Zustande den zu rothen Zeichenstiften allgemein gebräuchlichen Röthel oder Rothstift bildet.

Die verschiedenen Abänderungen des Rotheisensteins sind sehr verbreitet und werden an einigen Orten zur Eisengewinnung benutzt.

4. Brauneisenstein. Natürliches Eisenoxydhydrat, von dem vorhergehenden also durch eine gewisse Menge chemisch gebundenes Wasser, äußerlich durch die Farbe unterschieden, die ohne alles Roth vom Ochergelb bis ins Bisterbraun verläuft. Er zeigt nie Metallglanz, dagegen in den kompakteren Abänderungen Glasglanz. Der fasrige Brauneisenstein bildet ganz ähnliche, ausgezeichnet nierenförmige Gestalten wie der Blutstein, ist aber äußerlich schwarz, wird daher brauner oder schwarzer Glaskopf genannt. Außerdem tritt er in den mannichfaltigsten zapfenförmigen, getropften, röhrenförmigen und andern Gestaltungen auf. Beim Glühen geht unter Verflüchtigung des Wassers die braune Farbe in Roth über.

Auch der Brauneisenstein ist sehr häufig mit Thon gemengt und bildet so verschiedene, unter besonderen Namen bekannte Abänderungen, so den gemeinen braunen Thoneisenstein, das Bohnerz, die Eisenniere, Umbra u. A. Die Menge des im Brauneisenstein enthaltenen chemisch gebundenen Wassers beträgt 11 bis 14 Prozent; nebst dem enthält er nicht selten gegen 2 Prozent Manganoxyd und 1 bis 2 Prozent Kieselerde. Der gemeine braune Thoneisenstein, wohl das am häufigsten vorkommende unter allen Eisenerzen, bildet nierenförmige, knollige, tropfsteinartige oder derbe Massen, gewöhnlich von dichtem Gefüge und erdigem Bruch. Die Farbe schwankt zwischen dunkelbraun und ochergelb. Das Bohnerz bildet fast runde Körner von der Größe kleiner Hirsekörner bis zu der einer Wallnuß, welche im Innern aus konzentrischen, äußerlich härteren, innerlich weicheren Lagen bestehen. Gewöhnlich sind diese Kugeln durch ein kalkiges oder thoniges Bindemittel zu einem ziemlich fest zusammenhaltenden Konglomerat verkittet, mitunter aber auch ganz freiliegend. Das Bohnerz findet sich hauptsächlich lagerweise mit Kalkstein, der oft reich an Petrefakten ist. Die etwas kaltbrüchige Beschaffenheit des aus dem Bohnerz erfolgenden Stabeisens hat man wohl einem geringen Phosphorgehalt zugeschrieben, der von der Masse organischer Ueberreste herrühren soll, die theils in dem benachbarten Kalkstein, theils in dem Bohnerz selbst angetroffen werden.

5. Raseneisenstein. Dieses besonders in moorigen Gegenden in geringer Tiefe unter der Erdoberfläche vorkommende Eisenerz kommt im Wesentlichen mit dem Brauneisenstein überein, unterscheidet sich aber von ihm durch einen zwar sehr variablen, aber fast nie ganz fehlenden Gehalt an Phosphorsäure; auch ist er häufig durch fremdartige Beimengungen von Grand, Sand u. dgl. verunreinigt. Er wird nach der Reinheit in absteigender Ordnung mit den Namen Wiesenerz, Sumpferz und Morasterz belegt. In Folge des allerdings sehr geringen Phosphorgehaltes liefert er ein kaltbrüchiges, daher wenig brauchbares Stabeisen, hingegen ein gutes Gußeisen.

6. Spatheisenstein und Sphärosiderit sind kohlensaures Eisenoxydul. Dieses so hochwichtige Eisenerz kommt in zwei Varietäten vor, auf die sich eben jene Benennungen beziehen. a) Der Spatheisenstein besitzt ein ausgezeichnet späthiges oder blättriges Gefüge, dabei eine gelblich graue oder isabellgelbe, mitunter auch durch theilweise Zersetzung eine dunklere, ins Schwarze verlaufende Farbe. Vor dem Löthrohr wird er durch Entweichen von Kohlensäure schwarz und in diesem Zustande vom Magnet gezogen, während er im unzersetzten Zustande die Nadel nicht im Geringsten irritirt. Er löst sich in Säuren, am leichtesten in Salzsäure, weit langsamer in Salpetersäure, unter Aufbrausen. Spez. Gew. 3 bis 3,67. Das kohlensaure Eisenoxydul ist mit dem kohlensauren Kalk, der kohlensauren Bittererde und dem kohlensauren Manganoxydul isomorph, und kommt häufig mit diesen Salzen zusammenkrystallisirt vor, ja bildet selbst unmerkliche Uebergänge in dieselben; daher denn auch der gewöhnliche Spatheisenstein fast immer etwas kalkhaltig ist.

Der Spatheisenstein gehört hauptsächlich dem Grundschiefergebirge an, indem er mächtige Gänge im Gneis bildet, in denen er von Quarz, Kupferkies, Kupferfahlerz, fasrigem Brauneisenstein, Faserkalk (der sogenannten Eisenblüthe) begleitet auftritt. So bei Allevard und Vizille bei Grenoble; bei Saint-George d'Huretiere, in den Savoyer Alpen; bei Baigorry in den Pyrenäen; zu Eisenerz in Steiermark und Hüttenberg in Kärnthen; bei Schwatz in Tirol; in Sachsen, Ungarn und noch vielen Punkten von Deutschland, dann in Spanien, Schweden, Norwegen und Sibirien. Mit Bleiglanz und anderen Bleierzen findet er sich in den Gruben von Lead-Hills und Wanlokhead in Schottland, dann in den Gruben von Cumberland, Northumberland und Derbyshire, endlich auch mit Zinnerz bei Wheal Maudlin, St. Just und an andern Punkten in Cornwall.

In metallurgischer Beziehung ist der Spatheisenstein ohne Zweifel einer der interessantesten und wichtigsten aller bekannten Mineralkörper. Er eignet sich ganz besonders zur Luppenfrischarbeit in katalonischen Feuern, und liefert ohne Schwierigkeit einen trefflichen Rohstahl. Daher der Name Stahlstein. Hauptsächlich der Güte des aus demselben erfolgenden Eisens und Stahls haben Steiermark, Kärnthen und Tirol seit lange den wohlverdienten Ruf ihrer Eisenwaaren zu danken.

b) Der Sphärosiderit hat äußerlich wenig Aehnlichkeit mit dem Spatheisenstein; so geht ihm namentlich das blättrige Gefüge ab. Er ist dicht und von muschligem Bruch, zuweilen fasrig, und kommt stets in rundlichen, knolligen, nierenförmigen Massen vor, worauf sich das Wort Sphärosiderit bezieht. In der Farbe steht er dem Spatheisenstein ziemlich nahe, mit dem er auch sonst in seinem chemischen Verhalten ganz übereinstimmt.

Das Auftreten des Sphärosiderits in reinem Zustande ist inzwischen nur beschränkt; dagegen bildet er in mechanischer, obwohl inniger Vermengung mit Thon ein in Menge vorkommendes Mineral, den thonigen Sphärosiderit, der jedoch häufig nur noch wenig kohlensaures Eisenoxydul, sondern statt desselben Eisenoxydhydrat enthält, mithin richtiger zum braunen Thoneisenstein gezählt werden muß. Dieser thonige Sphärosiderit erscheint sehr gewöhnlich in abgeplattet sphäroidischen Massen von sehr verschiedener Größe, von gelblich brauner, röthlichgrauer oder schmutzig ziegelrother Farbe. Er ist es, der bei Weitem das Hauptmaterial für die ungeheure Eisengewinnung Englands liefert. Er zeigt einen feinkörnigen, oft erdigen Bruch, ist ziemlich weich, so daß er leicht geritzt wird, hängt an der Zunge und gibt beim Anhauchen starken Thongeruch. Die Zersetzung des kohlensauren Eisens ist gewöhnlich so weit vorgeschritten, daß er mit Säuren nicht bemerklich brauset. Es kommt jedoch

auch reiner und unzersetzter Spatheisenstein auf den Gruben Englands vor, der ebenfalls zur Eisengewinnung dient. Gute Analysen von Spatheisenstein aus dem Glasgower Kohlenfeld, der das beste Eisen in der dortigen Gegend liefert, hat der Dr. Colquhoun gemacht. Die reichste der neun verschiedenen analysirten Proben war aus der Nähe von Airdrie. Das spez. Gew. derselben betrug 3,0533, und sie enthielt in 100 Theilen 53,03 Eisenoxydul, 35,17 Kohlensäure, 3,33 Kalk, 1,77 Bittererde, 1,4 Kieselerde, 0,63 Thonerde, 0,23 Eisenoxyd, 3,03 kohlige oder bituminöse Theile, 1,41 Wasser (incl. Verlust). Sie enthielt mithin 41,25 metallisches Eisen.

Der gewöhnliche thonige Sphärosiderit liefert 30 bis 40 Prozent vortreffliches Eisen, und kommt in England theils in untergeordneten Massen in dem Thonschiefer vor, der das Hangende oder Liegende der Kohlenflötze bildet, theils in Lagern von 2 bis 18 Zoll Mächtigkeit zwischen den Kohlen, wie dieß unter Andern in Staffordshire, Shropshire und Wales der Fall ist. Merkwürdiger Weise führt das große Steinkohlenflötz von Newcastle sehr wenig Eisenstein, während das von Dudley damit äußerst reich begabt ist.

Das Probiren der Eisenerze kann entweder den Zweck haben, nur die Menge des aus denselben zu gewinnenden Eisens zu bestimmen, oder die sämmtlichen Bestandtheile qualitativ und quantitativ zu ermitteln. Das Erstere geschiebt ohne Schwierigkeit und mit hinlänglicher Genauigkeit auf trockenem Wege. Es handelt sich hierbei darum, das Eisen zu reduziren und in einen gut geflossenen König zusammen zu schmelzen, die beigemengten erdigen Theile aber in eine flüssige Schlacke zu verwandeln, die sich in diesem Zustande von dem metallischen Eisen trennt und sich auf der Oberfläche des geschmolzenen Metalls ansammelt. Da die Gangart nicht selten aus einer einfachen Erde, als Quarz, Kalk oder auch aus Thon besteht, die im Ofenfeuer unschmelzbar sind, so ist es nöthig, ein Flußmittel in Anwendung zu bringen, um die Bildung einer leichtflüssigen Schlacke zu vermitteln. Hierzu nimmt man am besten Borax oder auch gewöhnliches Glas. In einzelnen Fällen sind, je nach der Natur der Gangart, besondere Flußmittel nöthig, die sich mit ihr leicht zu einer glasartigen Verbindung vereinigen. So setzt man dem Thoneisenstein Kalk, einem kalkhaltigen Eisenstein umgekehrt Thon, einem stark kieselhaltigen Eisenstein endlich Thon und Kalk zu.

Das Erz wird pulverisirt, durch ein seidenes Sieb gegeben, mit dem Flußmittel innig gemengt und in einen Kohlentiegel, d. h. einen mit festgestampftem feuchtem Kohlenpulver ausgefütterten Schmelztiegel gebracht und nun geglüht. Wollte man das Erz mit dem Kohlenpulver vermengen, so würden die Kohlentheilchen das vollständige Zusammenfließen des Eisens verhindern, und man erhielte das reduzirte Eisen zum Theil in Gestalt einzelner Kügelchen, die von der Schlacke nicht vollständig zu trennen wären.

Hat man den Kohlentiegel mit dem Erz- und Flußpulver beschickt, so bedeckt man dieses mit einer Lage Kohlenpulver, lutirt einen Deckel mit feuerfestem Thon auf die Mündung und bringt das Ganze in einen Windofen, oder vor das Gebläse einer Schmiedeesse. Während der ersten drei Viertelstunden gibt man nur mäßige Glühhitze, um das Eisenoxyd zu reduziren, ohne jedoch die Substanzen zum Schmelzen zu bringen; denn bei rasch eintretender Weißgluth würde das Eisenoxyd in Ermangelung der zu seiner Reduktion erforderlichen Zeit mit der Schlacke zusammenschmelzen und dadurch der Reduktion entgehen. Nach Verlauf dieser Zeit steigert man die Temperatur zur vollen Weißglühhitze und unterhält diese etwa eine Viertelstunde lang, worauf man den Tiegel

erkalten läßt, den Inhalt herausnimmt, den Eisenkönig von anhängender Schlacke reinigt und sein Gewicht bestimmt. Sollte man Ursache haben zu vermuthen, daß die Schlacke noch Eisenkörnchen enthalte, so zerstößt man sie, und trennt das Eisen entweder durch Verwaschen mit Wasser, oder durch Ausziehen mit einem Magnet.

Man erhält bei dieser Probe das Eisen jederzeit im Zustande von Roheisen, daher sie über die Qualität des aus dem Erze zu gewinnenden Stabeisens keinen Aufschluß geben kann. Um diesen zu erlangen, müssen durchaus Versuche im Großen angestellt werden.

Die Probe auf nassem Wege mittelst einer chemischen Analyse gibt nicht nur über den Eisengehalt des Erzes, sondern auch über die Natur der erdigen Beimengungen vollständigen Aufschluß, sie kann aber mit Erfolg nur von einem geübten Chemiker ausgeführt, und hier nicht näher beschrieben werden.

Die Gewinnung des Eisens aus den Erzen. Da alle nutzbaren Eisenerze, dieses Metall im oxydirten Zustande enthalten, so beruht ihre Verhüttung lediglich auf einer Reduktion mittelst Kohle, und diese kommt im Wesentlichen mit dem so eben beschriebenen Verfahren der Probe auf trockenem Wege überein. Das Eisen wird also auch hier in einer Umgebung von Kohle allmälig zum Glühen erhitzt, dadurch reduzirt, sodann bei steigender Hitze zum Schmelzen gebracht und so nach dem jetzt fast allgemein üblichen Verfahren zuerst im Zustande von Roheisen, nämlich in Verbindung mit einer gewissen Menge Kohlenstoff gewonnen, um aus diesem später durch eine besondere Prozedur, das Frischen, von dem Kohlenstoff geschieden und dadurch in Stab- oder Schmiedeeisen verwandelt zu werden. Nur bei der ganz alten, auch jetzt noch in einigen Gegenden üblichen Methode wird, freilich mit großem Verlust an Eisen, direkt Stabeisen aus den Erzen gewonnen. Wir werden diese alte, auch wohl mit dem Namen Luppenfrischarbeit bezeichnete Eisengewinnung weiter unten bei der Stabeisenbereitung beschreiben.

A) Darstellung des Roheisens.

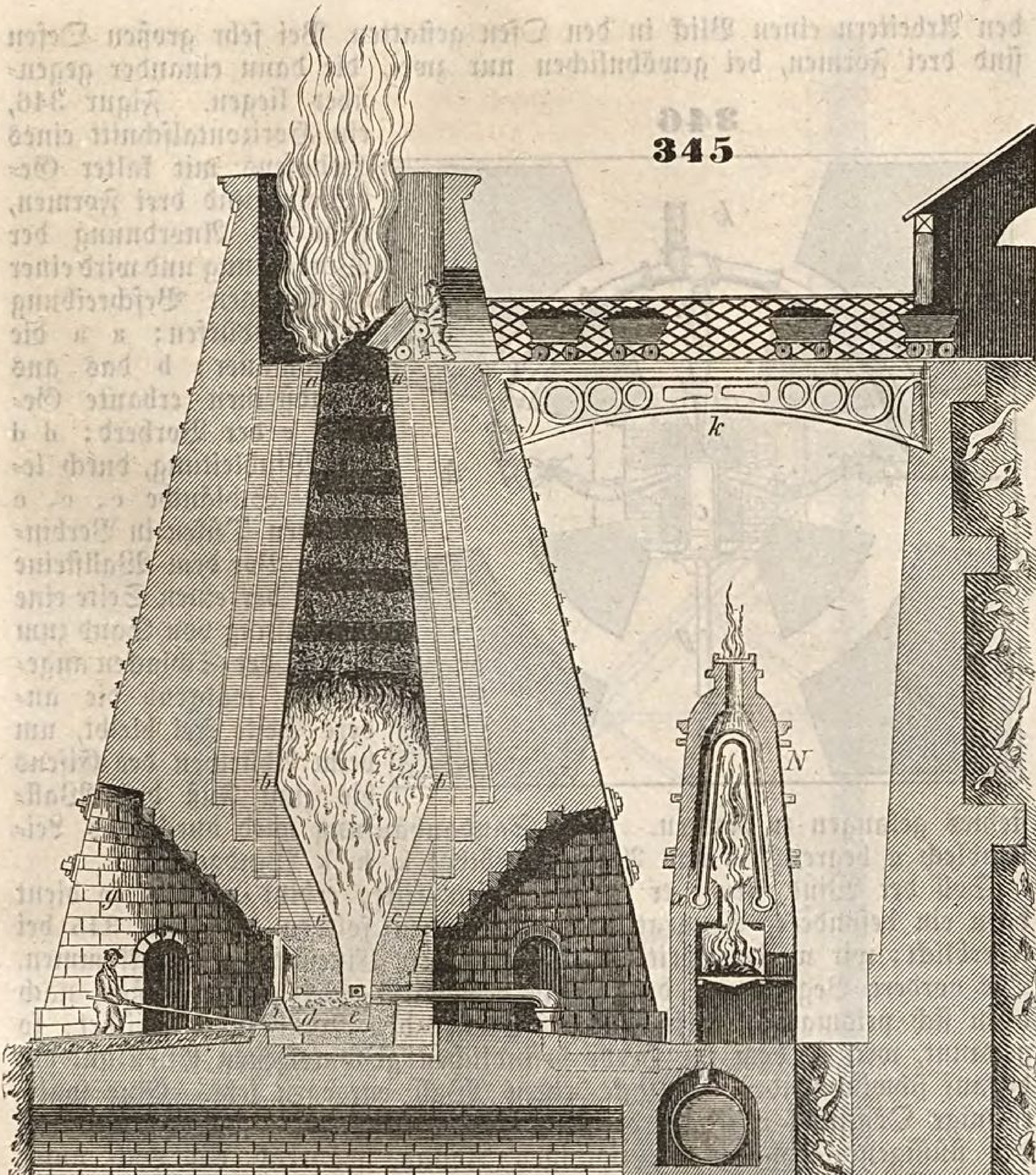
a) Rösten der Erze. Diese zwar nicht unbedingt nothwendige, aber doch in den meisten Fällen sehr empfehlenswerthe Vorbereitung besteht in einem mäßigen Durchglühen, und hat den Zweck, das in vielen Erzen, besonders dem Brauneisenstein, enthaltene chemisch gebundene Wasser auszutreiben, zugleich aber auch die Erze aufzulockern und zu zerkleinern. Es wird auf verschiedene Art ausgeführt. Entweder man macht 6 bis 7 Fuß hohe und 15 bis 20 Fuß im Quadrat haltende Haufen von Eisenstein auf einer Unterlage von Holz oder Steinkohle und zündet sie an der Windseite an; oder bedient sich besonderer Röstöfen. Diese haben im Wesentlichen die Einrichtung niedriger Kalköfen, enthalten also einen Schacht, dessen oberer oben 6 Fuß hoher und eben so viel im Durchmesser haltender Theil zylindrisch ist, und unten in einen 4 Fuß hohen, kegelförmig sich verengenden Theil verläuft. Den Boden des Ofens bildet ein eiserner Rost, durch welchen die Luft den nöthigen Zugang zu dem Feuer findet; nahe über dem Roste ist an einer Seite eine Oeffnung, durch welche von Zeit zu Zeit ein Theil des gerösteten Erzes ausgezogen, während eben so viel Erz nebst der nöthigen Steinkohle wieder aufgegeben wird. Auf solche Weise geht die Röstarbeit ununterbrochen fort und verursacht einen weit geringeren Aufwand an Brennmaterial, als das Rösten in frei liegenden Haufen. Kann man die Einrichtung so treffen, daß sich die Röstöfen auf einem Hügel befinden, an den sich die Hohöfen anlehnen, so gewährt dieß die große Bequemlichkeit, daß die gerösteten Erze, so wie sie aus dem Ofen kommen, un-

mittelbar zur Gicht des Hohofens gekarrt und hier aufgegeben werden können.

b) Gattiren der Erze. Unter diesem Ausdruck versteht man die zweckmäßige Mischung verschiedener Eisenerze, wenn solche aus verschiedenen Gruben zu haben sind. Der Zweck hierbei kann ein mehrfacher sein. Einestheils ist es besser, gutartige, d. h. leicht zu verschmelzende Erze mit strengflüssigen zu mischen, um so einen stets gleichartigen Gang des Schmelzprozesses zu befördern, als bald die einen, bald die andern getrennt zu verschmelzen; sodann ist es sehr wichtig, durch Mischung ärmerer mit reicheren Erzen ein möglichst gleichbleibendes Verhältniß zwischen Eisen und erdigen Beimengungen zu erzielen; endlich ist es zuweilen möglich, solche Erze zu mischen, deren erdige Nebenbestandtheile ihrer chemischen Zusammensetzung nach geeignet sind, sich zu einer leichtflüssigen Schlacke zu vereinigen, so daß sich die verschiedenen Erze gegenseitig als Flußmittel dienen. Die zweckmäßige Gattirung setzt nicht nur große Erfahrung, sondern genaue Kenntniß der verschiedenen disponibeln Erze und des chemischen Prozesses der Schlackenbildung voraus. Wir werden weiter unten bei Gelegenheit des Zuschlages auf diesen Gegenstand zurückkommen.

c) Schmelzprozeß im Hohofen. Der Hohofen, wegen seiner bedeutenden Höhe von 40 bis 60 Fuß so genannt, besteht in einem äußerlich pyramidalen oder kegelförmigen, sehr massiven Mauerwerk, in dessen Mitte sich der Schacht befindet, ein von oben bis unten herabreichender Raum in Gestalt zweier mit den Grundflächen zusammenstoßender Kegel. Figur 345 stellt einen senkrechten Durchschnitt eines Hohofens mit heißer Gebläseluft dar. Der Schacht, dessen obere Oeffnung, die Gicht, sich bei a a befindet, erweitert sich allmälig bis zum Punkte b b, dem Kohlensack, wo er seine größte Weite erreicht, um sich von hier aus wieder von b b bis c c zu verengen, die Rast. Von hier aus geht der Schacht in einen entweder ganz zylindrischen oder doch nur wenig konischen Raum, das Gestell über, welches unten nach der Vorderseite des Ofens in eine horizontale Verlängerung ausläuft. Die untere Hälfte des Gestelles e wird der Herd, jene Verlängerung d der Vorherd genannt. Bei einigen, besonders älteren Oefen findet man die Gicht ganz frei, gewöhnlich ist sie mit einem zylindrischen oder konischen Mauerwerk f, dem Gichtmantel umgeben, in welchem nur an einer Seite zum Aufgeben der Erze und Kohlen eine Oeffnung bleibt. Da der untere Theil des Schachtes, also besonders das Gestell, fortdauernd der stärksten Weißglühhitze ausgesetzt ist, so erfordert es zu seiner Anfertigung ein sehr feuerfestes Material, welches freilich in ganz genügender Beschaffenheit nicht existirt, und man muß zufrieden sein, den Zweck so gut wie möglich zu erreichen. Dichter Quarzfels, eisenfreier Sandstein, Glimmerschiefer (dieser Anwendung wegen Gestellstein genannt) sind die, in der Figur durch Punktirung angedeuteten, gewöhnlichen Materiale zum inneren Ausbau des Gestelles und der Rast; wogegen der obere Theil des Schachtes, in welchem nur Rothglühhitze waltet, weniger zu leiden hat, und gewöhnlich aus gebrannten feuerfesten Steinen gebildet wird. Man nennt diesen inneren Ausbau des Schachtes das Schachtfutter, oder den Kernschacht. Zwischen diesem und dem äußeren Mauerwerk des Ofens, der Rauhmauer, welches gewöhnlich aus Bruchsteinen aufgeführt wird, werden einige, gewöhnlich zwei konzentrische Mauern, die Rauhschächte ngaebracht, welche unter einander und auch von dem Kernschacht, so wie von der Rauhmauer etwa 6 Zoll entfernt sind, wodurch Zwischenräume entstehen, die mit einer Füllung von Steinkohlenasche, Hohofenschlacken oder dgl. ge-

345

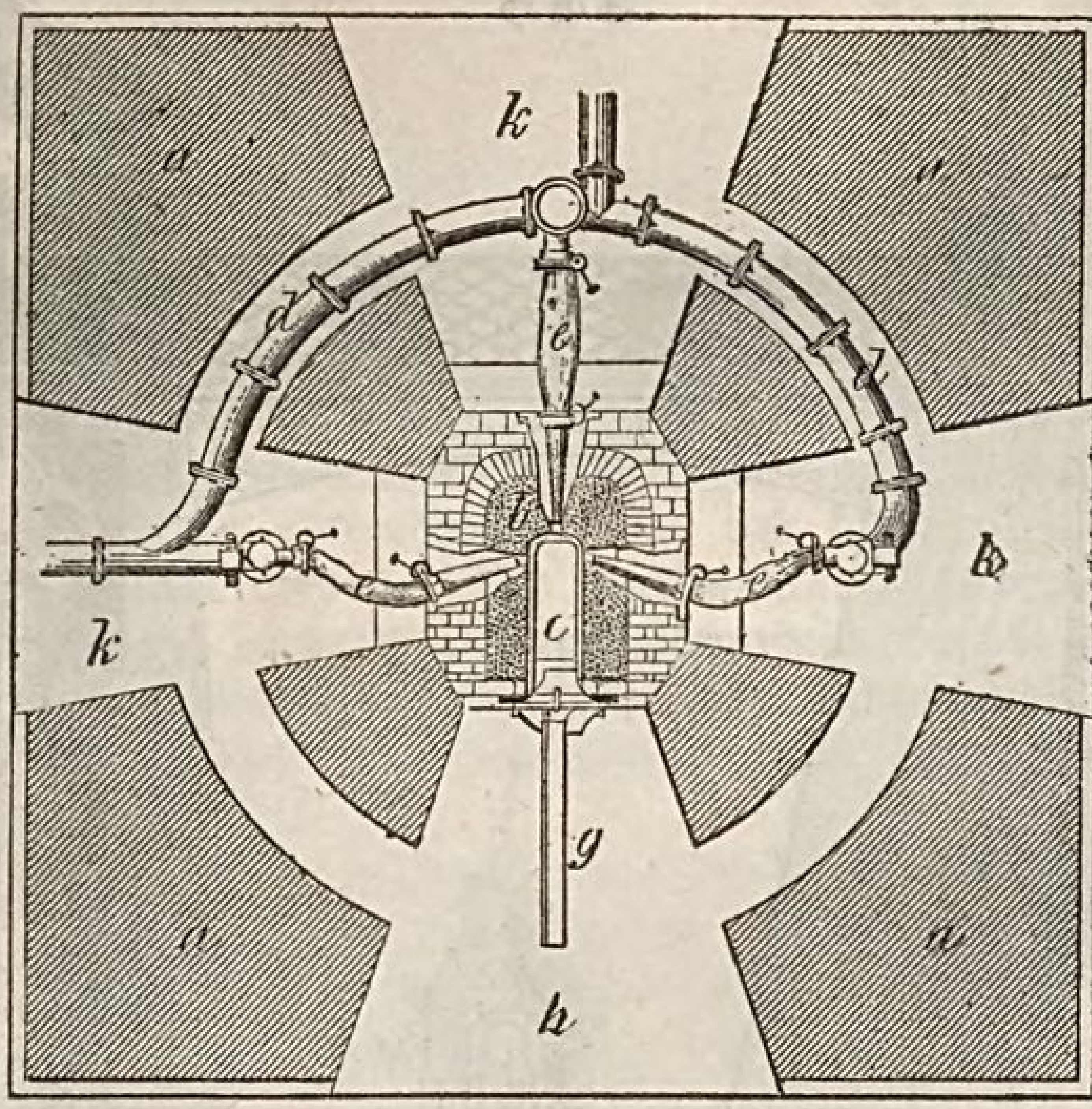


füllt werden. Es ist dabei die Absicht, dem Kernschacht einigen Spielraum zu lassen, um sich der Temperatur nach ausdehnen zu können, zugleich auch in Folge der geringen Wärmeleitungsfähigkeit der Füllungen die Hitze mehr zusammen zu halten. In der Rauhmauer des Hohofens sind an allen 4 Seiten Gewölbe angebracht, durch welche man zu dem Herde des Ofens gelangen kann, und zwar wird jenes an der Vorderseite des Ofens bei g das Arbeitsgewölbe, jene an den Seiten und der Rückseite Wind- oder Blasegewölbe genannt.

Um dem Ofen den nöthigen Wind zuzuführen, dienen kräftige Gebläsemaschinen, gewöhnlich Zylindergebläse, welche durch Wasserräder oder eine Dampfmaschine getrieben werden; eine Beschreibung derselben findet man in dem Artikel Metallurgie. Durch weite eiserne Röhrenleitungen gelangt der Wind zu den Windgewölben und endlich durch konisch sich verengende kupferne Düsen in den Ofen. In dieser Absicht enthält das Gestell, etwa in der Mitte der Höhe, zwei oder drei Oeffnungen, welche mit kupfernen oder eisernen, verhältnißmäßig kurzen und weiten konischen Röhren, den Formen oder Blasformen ausgekleidet sind. In diese Formen nun werden jene Düsen gelegt, so jedoch, daß sie mit der Mündung nicht ganz bis zur Mündung der Form reichen und daher

den Arbeitern einen Blick in den Ofen gestatten. Bei sehr großen Oefen sind drei Formen, bei gewöhnlichen nur zwei, die dann einander gegenüber liegen. Figur 346, ein Horizontalschnitt eines Hohofens mit kalter Gebläseluft und drei Formen, zeigt die Anordnung der Windleitung und wird einer weitläufigen Beschreibung nicht bedürfen; a a die Rauhmauer; b das aus Sandsteinen erbaute Gestell; c der Vorherd; d d die Windleitung, durch lederne Schläuche e, e, e mit den Düsen in Verbindung. Vor dem Wallsteine ist an der einen Seite eine Anhäufung von Sand zum Abfluß der Schlacken angebracht, während die andere Seite frei bleibt, um beim Abstechen des Eisens bis zum Fuß des Wallsteines gelangen zu können. Jene Sandanhäufung wird durch das Leistenblech g begrenzt. h das Arbeitsgewölbe; k, k, k Windgewölbe.

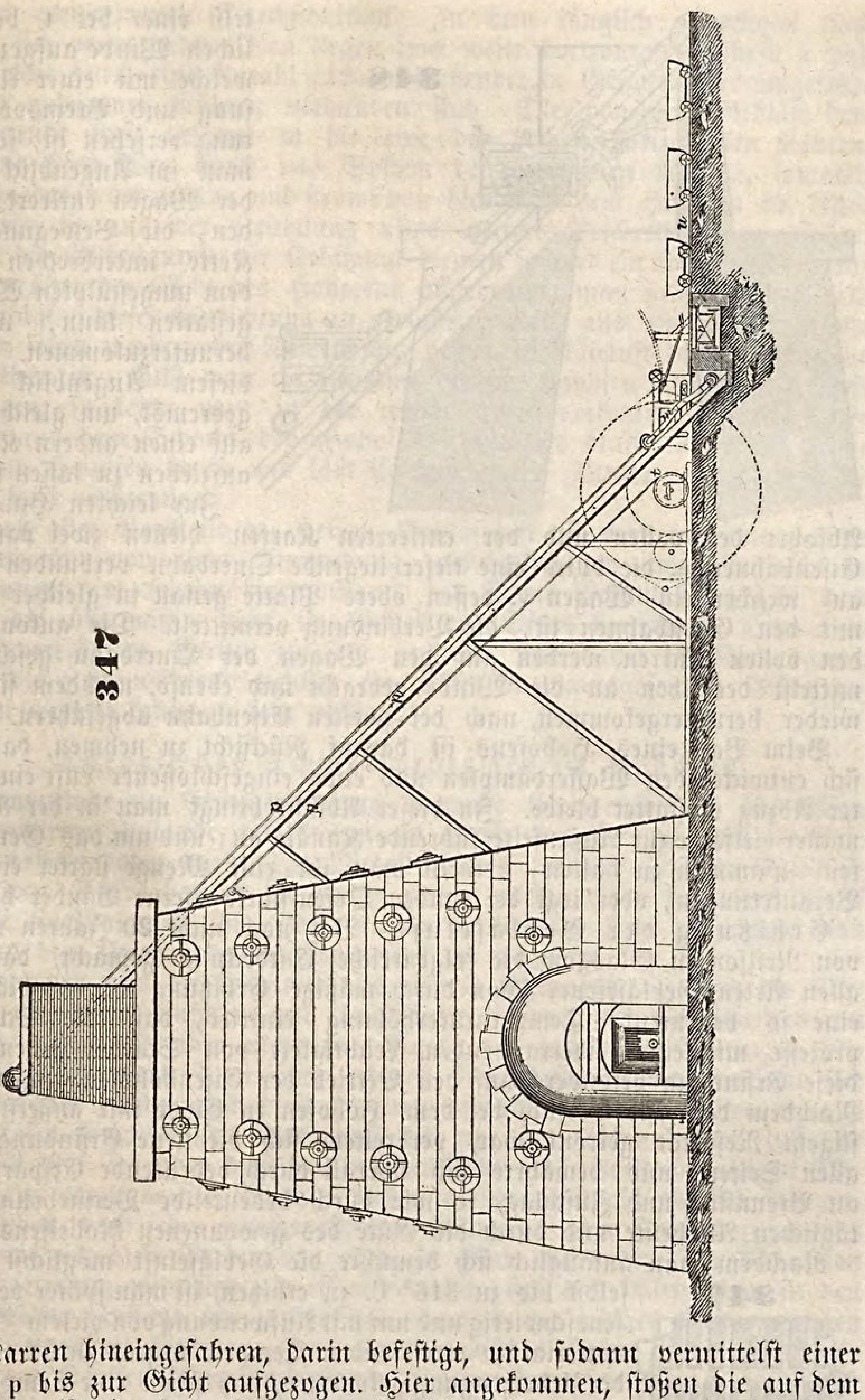
346



Soll der Wind, bevor er in den Ofen tritt, erhitzt werden, so dient dazu ein besonderer Apparat, wie man einen solchen in Figur 345 bei N erblickt; wir werden weiter unten auf diese Einrichtung zurückkommen. Die vordere Begrenzung des Vorherdes wird durch einen großen, nach oben sich prismatisch verjüngenden Stein, den Wallstein i gebildet, so genannt, weil er dem im Herde befindlichen geschmolzenen Eisen und der darauf schwimmenden Schlacke einen Wall entgegen setzt. Eine spaltförmige Oeffnung oberhalb des Wallsteines in der Ofenbrust gestattet der flüssigen Schlacke den nöthigen Abfluß, während ein Loch unter diesem Steine, das Stichloch, zum Abstechen des Eisens dient. Dieses Loch ist während des Schmelzens durch Sand und Gestübbe verschlossen und wird jedes Mal beim Abstechen, das gewöhnlich alle 12 Stunden geschieht, durch gewaltsames Hindurchstoßen einer Brechstange geöffnet. Zum Aufgeben der Erze, Zuschläge und des Brennmaterials dient gemeiniglich die Gichtbrücke k, welche entweder den Abhang eines Hügels, an welchen sich der Hohofen lehnt, oder auch ein besonderes neben dem Ofen aufgeführtes Gebäude mit der Gicht in Verbindung bringt. Statt eines solchen bedient man sich häufig eines Aufzuges, d. h. einer mechanischen Vorrichtung, um auf einer geneigten Ebene die Materialien heraufzuwinden, worauf dieselben entweder durch einen Arbeiter oder durch eine mechanische Vorrichtung aufgeschüttet werden.

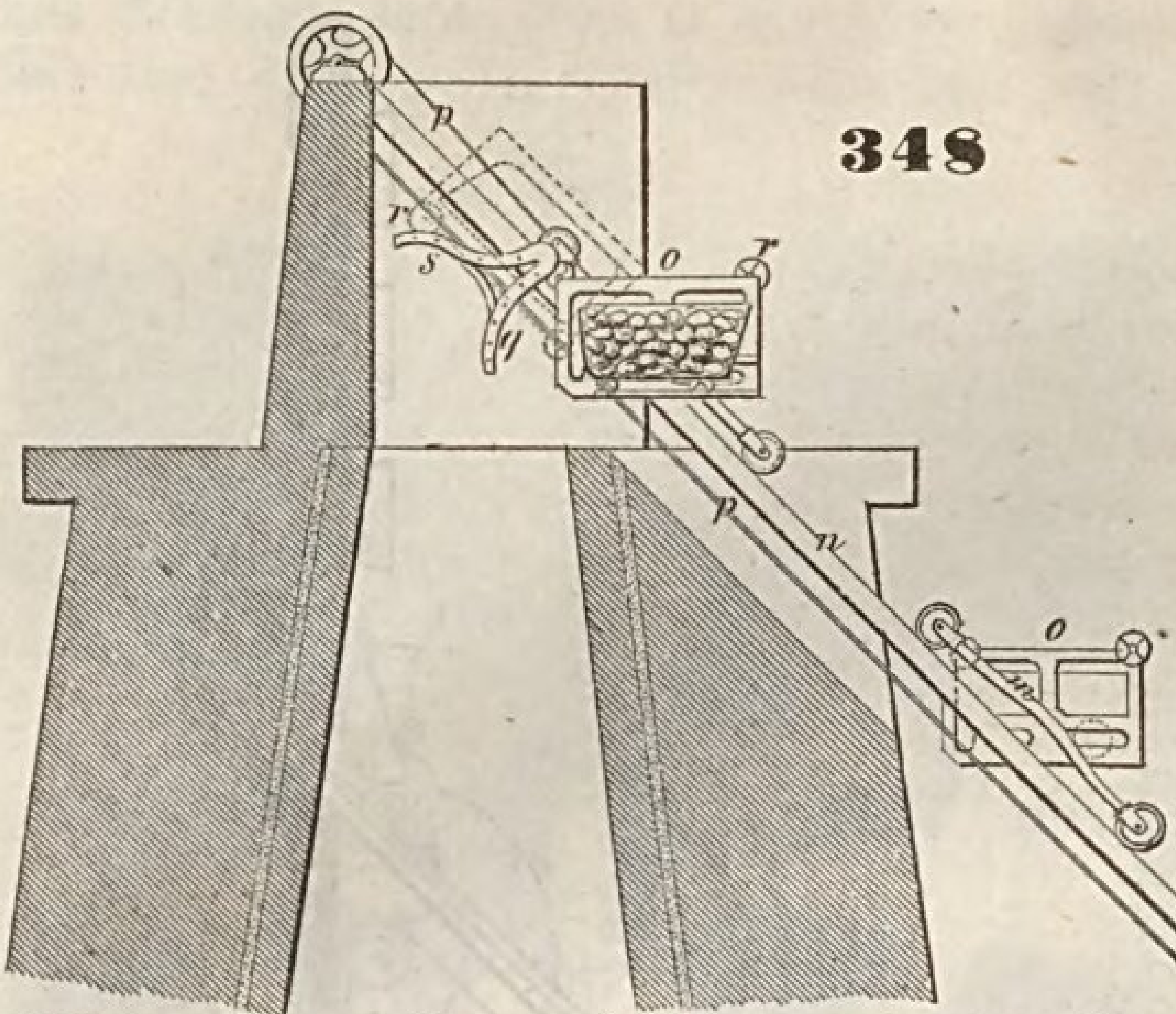
In der Fig. 347 ist die äußere Ansicht eines Hohofens mit mechanischem Aufzug, in Fig. 348 der Mechanismus zum Umkippen der Karren in größerem Maßstabe dargestellt. Zwei parallel nebeneinander befindliche Schienen n steigen in schräger Lage von dem Erdboden bis zum obern Rande des Gichtmantels hinauf, auf ihnen läuft ein kleines vierrädriges Gestell m, in welchem ein eiserner kastenförmiger Wagen o o dergestalt eingehängt ist, daß er sich um zwei Zapfen in der Mitte des Gestelles drehen kann. In diesen Wagen werden die mit Erzen gefüll-

347



ten Karren hineingefahren, darin befestigt, und sodann vermittelst einer Kette p bis zur Gicht aufgezogen. Hier angekommen, stoßen die auf dem vorderen Rande des Wagens befindlichen Rollen gegen zwei in dem Gichtmantel befestigte eiserne Haken, deren abwärts gekrümmte Arme q die Rollen herabdrücken und somit den Wagen zum Ueberschlagen bringen, wobei sich die hinteren Rollen r auf die Arme s des Hakens legen und so den Wagen verhindern, weiter als nöthig umzuschlagen. Nachdem solchergestalt die Erze ꝛc. auf die Gicht geschüttet sind, wird der Wagen wieder herabgelassen, unten in seine aufrechte Stellung zurückgebracht, der entleerte Karren herausgezogen, ein gefüllter wieder hineingebracht u. s. f. Die Kette wird durch Dampf oder sonstige Kraft mit-

348



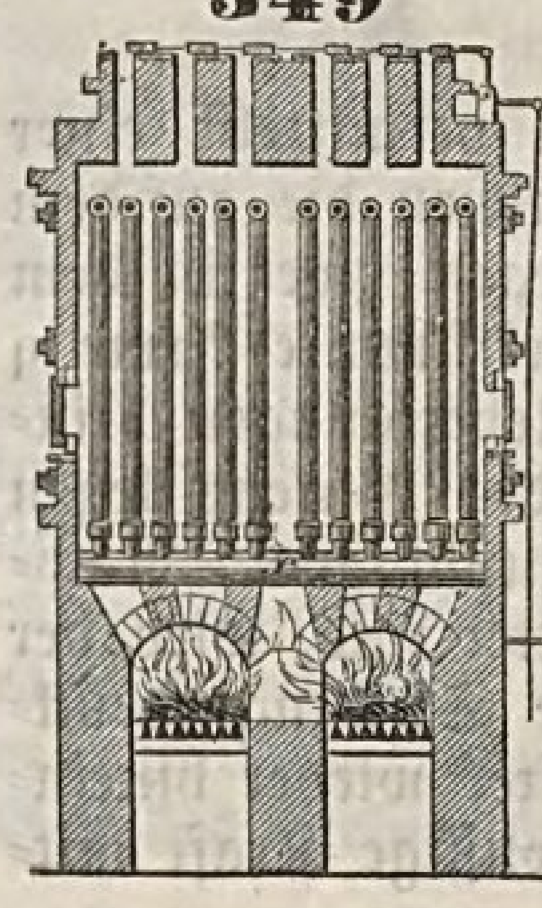
telst einer bei t befindlichen Winde aufgezogen, welche mit einer Auslösung und Bremsvorrichtung versehen ist, so daß man im Augenblick, wo der Wagen entleert worden, die Bewegung der Kette unterbrechen und dem umgestülpten Wagen gestatten kann, wieder herunterzukommen. In diesem Augenblick wird gebremst, um gleich darauf einen andern Karren aufziehen zu lassen u. s. f. Zur leichten Hin- und Abfahrt der vollen und der entleerten Karren dienen zwei parallele Eisenbahnen u, die durch eine tiefer liegende Querbahn verbunden sind, auf welcher ein Wagen v, dessen obere Platte genau in gleicher Höhe mit den Eisenbahnen ist, die Verbindung vermittelt. Die ankommenden vollen Karren werden auf den Wagen der Querbahn geschoben, mittelst desselben an die Winde gebracht und ebenso, nachdem sie leer wieder heruntergekommen, nach der zweiten Eisenbahn abgefahren.

Beim Bau eines Hohofens ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß den sich entwickelnden Wasserdämpfen und etwa eingeschlossener Luft ein leichter Abzug verstattet bleibe. In dieser Absicht bringt man in der Rauhmauer vielfache zur Außenseite führende Kanäle an; und um das Gemäuer fest zusammen zu halten, ertheilt man ihr eine Menge starker eiserner Verankerungen, oder legt bei runden Oefen starke eiserne Bänder herum.

Erhitzung der Gebläseluft. Vor noch nicht 20 Jahren wurde von Neilson in Glasgow die folgenreiche Entdeckung gemacht, daß bei allen Arten Gebläsefeuer schon durch mäßige Erhitzung der Gebläseluft eine so bedeutende Temperaturerhöhung eintritt, daß alle Schmelzprozesse mit einer überraschenden Leichtigkeit von Statten gehen, und diese Erfindung besonders auf den Betrieb der Eisenhohöfen angewandt. Nachdem der erste Versuch bei dem Hohofen zu Clyde mit äußerst günstigem Resultat gekrönt war, verbreitete sich die neue Erfindung nach allen Seiten, und bewährte sich überall durch bedeutende Ersparungen an Brennstoff und Zuschlag, so wie durch bedeutende Vermehrung der täglichen Ausbeute und durch die Güte des gewonnenen Roheisens.

Nachdem man anfänglich sich bemühte, die Gebläseluft möglichst stark,

349



selbst bis zu 316° C. zu erhitzen, ist man später von diesem schwierig und nur mit Aufwendung von vielem Brennmaterial zu erreichenden Temperaturgrad zurück und zu der Ueberzeugung gekommen, daß schon eine Temperatur von 100° C. von höchst günstiger Einwirkung ist. Zur Erhitzung der Luft bieten sich dreierlei Wege dar, entweder man bedient sich dazu der Gichtflamme, oder der Hohofengase oder einer besonderen Feuerung. Die letztere ist am einfachsten und bequemsten, aber wegen des Aufganges an Brennstoff weniger ökonomisch als die ersteren. N in der obigen Figur 345 und die nebenstehende Figur 349 zeigen einen Ofen zum Erhitzen der Gebläseluft in vertikalen, rechtwinklich gegen ein-

ander genommenen Durchschnitten. In dem länglich viereckigen nach oben sich verengenden Ofen liegen zwei weite horizontale Röhren x und z, welche durch eine Anzahl (12) aufstehender, in Gestalt eines umgekehrten V gebogener Röhren verbunden sind. Die von dem Gebläse herkommende Luft gelangt in die eine der beiden horizontalen Röhren, nimmt ihren Weg durch das System der gebogenen Röhren, sammelt sich wieder in der andern, und strömt von hier nach dem Hohofen ab. Alles Uebrige ist aus der Zeichnung ohne weitere Beschreibung zu ersehen. Soll die Gichtflamme zur Erhitzung dienen, so wird ein ähnliches Röhrensystem über der Gicht des Hohofens angebracht; man sah sich aber bald genöthigt, diese Einrichtung zu verlassen, weil aus Gründen, die wir später sehen werden, bei Anwendung heißer Gebläseluft die Gichtflamme nur klein ist. Will man die Flamme der im Hohofen entwickelten Gase benutzen, so leitet man in der weiter unten vorkommenden Art diese Gase aus dem Schacht des Hohofens seitwärts durch ein weites Rohr zu dem Heizofen herab und läßt sie hier unter Zutritt von atmosphärischer Luft verbrennen.

Trotz aller Vortheile der heißen Gebläseluft ist man auf den meisten Eisenwerken von ihrer Anwendung zurückgekommen, weil sie leicht zu Störungen im regelmäßigen Gange des Ofens Veranlassung gibt, und weil die übermäßig hohe im Gestell des Ofens herrschende Hitze auch die feuerfestesten Steine zu sehr angreift und daher die Kampagnen, d. h. die Zeit, während welcher ein Ofen in unausgesetztem Gang gehalten werden kann, zu sehr abkürzt.

Theorie des Schmelzprozesses im Hohofen.

Sämmtliche zur Eisengewinnung dienende Erze enthalten das Eisen im oxydirten Zustande, sei es nun als Oxyd oder Oxydul, und die Aufgabe besteht daher darin, das Metall vom Sauerstoff zu trennen, es zu reduziren. Dieses bewirkt die Kohle, welche mithin einen doppelten Zweck erfüllt, ein Mal durch ihre Verbrennung die nöthige Hitze zu erregen und sodann dem Eisenoxyde den Sauerstoff zu entziehen.

Beständen nun die Eisenerze aus reinem Eisenoxyd, so wäre die Aufgabe eine sehr einfache, und beschränkte sich auf ein Verschmelzen mit Kohle. Dem ist aber nicht so. Durch die fast allen Eisenerzen beigemengte Gangart, d. h. ihre erdigen Nebenbestandtheile, erweitert sich die Aufgabe dahin, auch diese letzteren, jedoch vom Eisen getrennt, aus dem Ofen fortzuschaffen, was natürlich nur im geschmolzenen Zustande möglich ist. Da aber dieselben meistentheils aus kieselerdehaltigen Mineralien, vorzugsweise Thon, bestehen, welcher, obwohl für sich fast unschmelzbar, doch sehr geneigt ist, mit Eisenoxyd oder Oxydul zusammen zu schmelzen, diese Verbindung aber ein Mal entstanden, der Reduktion sehr hartnäckig widersteht, so ist erforderlich, daß das Eisen schon in den metallischen Zustand übergeführt sei, *bevor* die erdigen Beimengungen zum Schmelzen kommen; denn da metallisches Eisen mit erdigen, also oxydirten Stoffen keine Verbindung eingehen kann, so ist *nach* beendigter Reduktion die vorhin erwähnte Gefahr eines Zusammenschmelzens mit den Bestandtheilen der Gangart nicht mehr vorhanden. Nun aber sind diese letzteren gewöhnlich zu schwer schmelzbar, als daß die im Hohofen herrschende Hitze zu ihrer Schmelzung hinreichte, woraus sich die Nothwendigkeit ergibt, den Erzen solche Substanzen, *Zuschläge* zuzusetzen, welche geeignet sind, die erdigen Theile zum Schmelzen zu bringen, um so mit ihnen eine glasartige Masse, die *Schlacke* zu erzeugen. Als wohlfeilstes Flußmittel für thonhaltige Erze dient Kalkstein, den man im Allgemeinen in solchem Verhältnisse zuzusetzen hat, daß er dem Gewichte

nach ⅔ von dem in den Erzen enthaltenen Thon beträgt, indem bei diesem Verhältniß das entstehende Doppelsilikat von kieselsaurer Thonerde und kieselsaurem Kalk erfahrungsmäßig leichtflüssiger ist, als jede andere Verbindung dieser drei Stoffe. Das Augenmerk des Eisenhüttenmannes muß nun dahin gerichtet sein, durch zweckmäßige Wahl und Menge des Zuschlages ein solches Verhältniß zwischen Kieselerde, Thonerde und Kalk zu erzielen, daß der Sauerstoff der Kieselerde das Zweifache der Summe des in der Thonerde und dem Kalk enthaltenen Sauerstoffes ist. Für kalkhaltige Erze würde ein Zuschlag von Kalk dem beabsichtigten Zweck geradezu widerstreiten, man würde ihnen vielmehr entweder Thon oder besser andere Eisenerze zusetzen, die als Gangart Thon enthalten, in welchem Falle also beide Erze bei richtigem Mengenverhältniß sich gegenseitig als Zuschlag dienen. Das Zusammenschmelzen des Zuschlages mit der Gangart, also die Bildung der Schlacke findet aber jedenfalls erst bei Weißglühhitze, also in dem Gestell des Ofens Statt, wogegen die Reduktion des Eisenoxydes schon bei Rothglühhitze, also in der Rast, ja selbst in noch höhern Regionen des Schachtes vor sich geht, wo also auch das reduzirte Eisen noch nicht zum Schmelzen kommt, sondern eine graue poröse, schwammige Masse bildet, dergleichen man leicht im Kleinen darstellen kann, wenn man Brauneisenstein in Stücken in einem mit Kohle ausgefütterten Tiegel einige Stunden lang der Rothglühhitze aussetzt. Im Zustande eines solchen Eisenschwammes gehen nun die Erze im Schacht herunter, bis im Gestell sowohl die Gangart durch Verbindung mit dem Zuschlag, als auch das Eisen unter Aufnahme von Kohlenstoff zum Schmelzen kommt.

Da die Erze nicht pulverisirt, sondern in Gestalt faustgroßer, oft sogar noch größerer Stücke sich im Ofen befinden, so würde die Reduktion des Eisens im Innern dieser Stücke unmöglich sein, wenn sie direkt durch die Kohle geschähe; aber gerade die Thatsache, daß selbst bei größeren Stücken die Reduktion bis ins Innere vollständig erfolgt, liefert den Beweis, daß das Reduktionsmittel ein anderes, und zwar gasförmiges, sein müsse. Mit größter Wahrscheinlichkeit wird angenommen, daß Kohlenoxydgas hierbei die Hauptrolle spielt. Dieses Gas entsteht aus der durch Verbrennung der Kohle gebildeten Kohlensäure, indem diese, mit glühender Kohle in Berührung, eine dem in ihr schon vorhandenen Kohlenstoff gleiche Menge desselben aufnimmt. Direkte Versuche haben auch gezeigt, daß Eisenoxyd durch Kohlenoxydgas reduzirt wird. Indem nun dieses geschieht, verwandelt sich das Kohlenoxyd in Kohlensäure, diese in Berührung mit glühender Kohle wieder in Kohlenoxyd, welches sodann mit einer neuen Portion Eisenoxyd in Wechselwirkung tritt u. s. f. Gelangt nun endlich der Eisenschwamm bei der hohen, im Gestelle herrschenden Temperatur mit ebenfalls weißglühender Kohle in Berührung, so vereinigen sich beide zu einer schmelzbaren Verbindung, dem Roheisen, welches nebst der gleichzeitig gebildeten Schlacke herabfließt und sich im Herde sammelt. Enthielten die Erze außer Eisen noch andere Metalloxyde und reduzirbare Stoffe, so gehen diese theilweise in das Eisen über, woraus sich der Gehalt des Roheisens an Kiesel und Mangan, häufig auch an Schwefel, Arsenik, Phosphor, Titan u. a. erklärt.

Die Bildung von Schlacke darf übrigens nicht etwa als ein Uebel angesehen werden, sie ist vielmehr zum guten Gange des Ofens so unentbehrlich, daß sehr reiche, nur wenig Gangart enthaltende Erze für sich allein nicht wohl verschmolzen werden können, sondern einen Zusatz ärmerer Erze erheischen. Die Schlacke erfüllt den wichtigen Zweck, das Eisen während des Herabfließens zu umhüllen und es vor der oxydirenden Einwirkung der Gebläseluft zu schützen. Ohne eine solche Umhüllung

würde unfehlbar ein Theil des Eisens sich oxydiren, das Oxyd würde im Herde auf das darin befindliche Roheisen entkohlend wirken, ein strengflüssiges Eisen erzeugen und den Ofen der Gefahr einer Verstopfung aussetzen.

Als Brennmaterial nimmt Holzkohle unbedingt den ersten Rang ein, wie denn auch die vorzüglichsten Eisensorten, so das Schwedische, das Russische, das Steirische mit Holzkohlen erblasen werden. Der hohe Preis derselben hat aber die meisten Eisenwerke nach dem Vorgange Englands auf die Benutzung der Kokes geführt, welche freilich in Folge des Schwefelgehaltes ein weniger gutes Eisen liefern. Steinkohlen werden auf einigen englischen Eisenwerken bei gleichzeitiger Anwendung heißer Gebläseluft benutzt, und mögen, wo es sich mehr um Vereinfachung und Kostenersparung, als um die Güte des Produktes handelt, wohl zulässig sein. Torf hat sich bei den vielen damit vorgenommenen Versuchen eben so wenig bewährt, wie Torfkohle.

Betrieb des Hohofens. Ist ein neuerbauter, oder mit einem neuen Kernschacht versehener Ofen in Betrieb zu setzen, so fängt man damit an, ihn durch ein schwaches Feuer von Holz oder Kohlen im Vorherd abzuwärmen, worauf man nach und nach das Gestell und endlich den ganzen Schacht bis zur Gicht füllt und das Gebläse langsam anläßt. Jetzt fängt man an, kleine Mengen des mit dem nöthigen Zuschlag beschickten Erzes aufzugeben, vermehrt allmälig die Menge, bis nach Verlauf mehrerer Tage, mitunter freilich erst nach Wochen, der regelmäßige Gang erreicht ist. Von nun an wird in dem Maße, wie durch Schmelzung und Verbrennung im unteren Raum des Ofens die oberen Schichten der Erze und Kohlen herabsinken, mit dem Aufgeben immer in angemessenen Zeitintervallen fortgefahren, und in dieser Art ununterbrochen, Tag und Nacht der Ofen so lange in Betrieb gehalten, bis nach Verlauf eines kürzeren oder längeren Zeitraumes das Gestell sich in solchem Grade erweitert hat, daß es nicht mehr die zur Erzeugung von grauem Roheisen erforderliche hohe Temperatur hervorbringt. Eine solche Kampagne kann sich auf ein bis mehrere Jahre erstrecken. ja man hatte in früheren Zeiten, wo bei unvollkommenen Gebläsevorrichtungen die Hitze bei Weitem nicht den hohen Grad erreichte, den man gegenwärtig im Hohofen hervorbringt, Beispiele von 14jährigen Kampagnen.

Das günstigste Verhältniß zwischen Erz und Kohle hängt von so vielen Umständen ab, daß sich eine allgemein gültige Regel nicht aufstellen läßt. Es kommen dabei die Höhe des Ofens und die Dimensionen des Schachtes, die Beschaffenheit der Erze und des Brennmaterials, die Menge und Dichtigkeit des Windes, die bezweckte Sorte des Roheisens und noch viele andere zum Theil zufällige Umstände in Betracht; als mittleres Verhältniß läßt sich annehmen, daß auf je 100 Pfd. Roheisen in Holzkohlenöfen etwa 10 Kubikfuß Kohlen, in Kokesöfen etwa 6 bis 7 Kub. Fuß erforderlich sind, ausschließlich des zum Rösten und zum Betrieb der Dampfmaschine nöthigen Brennmaterials.

Kohle und Erz, letzteres mit dem nöthigen Zuschlage gemengt, werden getrennt in abwechselnden Portionen, Gichten, aufgegeben, deren Größe sich nach der Weite des Ofens richtet. Bei kleineren Holzkohlenöfen von 30 bis 40 Fuß Höhe und 5 bis 8 Fuß Weite des Kohlensackes werden zweckmäßig Gichten von 20 bis 30 Kub. Fuß; bei 50 bis 60 Fuß hohen Kokes-Oefen Gichten von 40 bis 60 Kub. Fuß Kokes angewandt. Das Aufgeben der Gichten geschieht bei kleinen Oefen mit Schaufeln oder hölzernen Trögen, bei größeren mit Laufkarren, welche ein bestimmtes Quantum Erz oder Kohle fassen. Besser ist es, das Erz nebst Zuschlag dem Gewichte nach zu bestimmen, und jedem Karren ein bestimmtes

Quantum zu ertheilen. Sehr bequem ist das Verfahren, jeden Karren ein für alle Mal genau zu tariren, und die gefüllten Karren auf einer Brückenwage zu wägen. Kohle und Kokes werden gewöhnlich nur gemessen. Sobald nun im Ofen die Gichten so weit niedergegangen sind, daß sich für eine Kohlen- und Erzgicht Raum findet, wird zuerst eine Kohlen- und unmittelbar darauf eine Erzgicht aufgegeben.

Der Druck, unter welchem man den Wind in den Ofen treten läßt, muß je nach der Natur des Brennmaterials, nach der Jahrszeit und anderen Umständen variiren, im Sommer z. B. wo die Luft wärmer, mithin dünner ist, muß sie, um denselben Effekt zu machen, verhältmäßig stärker verdichtet in den Ofen gelangen. Bei leichten Holzkohlen reicht eine Pressung von $\frac{1}{24}$ Atmosphäre, bei schweren Kohlen eine Pressung von $\frac{1}{12}$ Atmosphäre hin; bei Kokes dagegen ist ein Druck von $\frac{1}{8}$ bis selbst $\frac{1}{4}$ Atmosphäre erforderlich; eben so groß ist der Unterschied der nöthigen Menge des Windes. So erfordern 40füßige Holzkohlenöfen durchschnittlich etwa 1200 Kub. Fuß Wind (im gepreßten Zustande gerechnet) in der Minute, während bei Kokes-Oefen die doppelte Menge nicht zu viel ist.

Das richtige Verhältniß zwischen Menge und Pressung des Windes setzt natürlich eine genau berechnete Weite der Düsenöffnung voraus.

Wenn sich der Herd mit geschmolzenem Eisen und Schlacke bis zum oberen Rande des Wallsteines gefüllt hat, so beginnt die Schlacke, wenn sie hinlänglich dünnflüssig ist, über den Wallstein abzufließen; sollte dieß nicht von selbst erfolgen, so hilft man mit eisernen Krücken nach.

Das Abstechen des geschmolzenen Roheisens geschieht in der Regel zwei Mal in 24 Stunden, meistens um 6 Uhr Morgens und Abends. Man öffnet zu dem Ende die Abstichöffnung durch gewaltsames Hindurchstoßen einer eisernen Stange, worauf das Eisen abfließt und durch einen schon vorher im Sande vor dem Ofen gemachten Ablaßgraben nach den Formen geleitet wird. Während der kurzen Zeit des Abstiches werden die Gebläse in Ruhe gesetzt, gleich darauf aber, sobald die Stichöffnung geschlossen ist, wieder angelassen.

Ist das Roheisen zum Verfrischen, d. h. zur Umwandlung in Stabeisen, oder zum Umschmelzen bestimmt, so gießt man es in etwa 7 Fuß lange, 9 Zoll breite und 2 Zoll dicke Tafeln, oder 3 bis 4 Fuß lange, 4 Zoll breite und im Querschnitt halbrunde Barren, Gänze, doch werden nicht selten auch andere Gegenstände direkt aus dem Hohofen gegossen.

Wenn bei richtigem Verhältniß zwischen Kohle, Erz, Zuschlag und Windmenge die Hitze im Ofen den zur Erzeugung von grauem Roheisen und einer gut geflossenen Schlacke nöthigen hohen Temperaturgrad einhält, so nennt man den Gang gahr, wogegen der entgegengesetzte Fall mit dem Namen Rohgang belegt wird.

Der Gang eines Hohofens hängt von so vielen äußeren Einwirkungen ab, und ist so leicht Störungen unterworfen, daß es nur einem sehr geübten Werkführer gelingt, durch größte Aufmerksameit ihnen entgegen zu arbeiten, und einen dauernd gahren Gang zu erzielen. Er muß im Stande sein, bei eintretenden Störungen die Ursache derselben zu erkennen, und die geeigneten Mittel zu ihrer Beseitigung aufzufinden, und so wie der Arzt eines an Indigestion leidenden Patienten aus den verschiedenen Symptomen, besonders aus der Beschaffenheit der Exkremente das Uebel erkennt und durch zweckmäßige Diät in Verbindung mit geeigneten Heilmitteln den normalen Gang der Verdauung herzustellen weiß, so muß auch der Eisenhüttenbeamte aus der Beschaffenheit der Schlacken und des Eisens, wie aus anderen Erscheinungen, besonders aus dem

mehr oder weniger blendend hellen Schein der Form, die Krankheit des Hohofens erkennen und durch geeignete Abänderung des Verhältnisses zwischen Erz, Beschickung, Kohle und Wind, selbst durch Zusatz sehr gutartiger, leicht zu verschmelzender Erze, die gewissermaßen als Abführungsmittel wirken, den regelmäßigen Gang des Schmelzprozesses herbeizuführen verstehen.

Eine richtig beschaffene gahre Schlacke ist halbdurchsichtig oder doch durchscheinend, von muschligem, fast glasglänzendem Bruch, von hellgrauer, grünlicher oder hellblauer Farbe; doch sind die Schlacken der Kokesöfen im Allgemeinen dunkler und weniger durchscheinend, als die der Holzkohlenöfen. Sie bestehen aus Kieselerde, Thonerde, Kalk, etwas Eisen- und Manganoxydul und (die der Kokesöfen) Schwefelkalzium. Die beim Rohgange erfolgenden Schlacken dagegen haben eine mehr braune Farbe, sind undurchsichtig und wenig glänzend.

Der gahre Gang hängt vorzugsweise von der hinlänglichen Menge der Kohle im Verhältniß zu der Erzmenge ab. Bei *armer Besetzung*, d. h. wenig Erz im Verhältniß zu einer gegebenen Kohlenmenge steigt die Temperatur höher, stellt sich also ein gahrer Gang ein, während *reiche Besetzung* den Rohgang zur Folge hat. Der Werkführer wird daher mit der allmäligen Steigerung der Besetzung nicht weiter vorschreiten, als sich dieselbe mit einem gahren Gange verträgt. Von besonders günstigem Einflusse in dieser Beziehung ist die Anwendung heißer Gebläseluft, indem sie die Hitze in außerordentlichem Grade steigert, und daher eine weit reichere Besetzung gestattet, als ohne dieselbe möglich sein würde, so daß die zum Erwärmen der Luft erforderliche Kohlenmenge durch die Ersparung an Kohlen beim Schmelzprozeß bei weitem überwogen wird.

Eine sehr interessante Zusammenstellung der durch heiße Gebläseluft erzeugten Resultate ist von Dufrenoy gegeben, der sämmtliche englische Eisenwerke, auf welchen das neue Verfahren eingeführt ist, besucht hat. Er berichtet darüber Folgendes:

Auf den Clyde-Eisenwerken bei Glasgow wurden im Jahre 1829 bei *kalter* Gebläseluft pr. Ton Eisen verbraucht:

Zum Schmelzen 3 Tons Koke, entsprechend

	7 Tons	13 Ztr.	0 Pfd.	Steinkohle
Zum Betrieb des Gebläses	1 „	0 „	7 „	„
Summa	8 „	13 „	7 „	„
Ferner Kalkstein	0 „	10½ „	0 „	„

Im Jahre 1831 mit heißer Gebläseluft von 232° C. und Anwendung von Kokes war der Gebrauch:

Zum Schmelzen 1 Tons 18 Ztr. Koke entsprechend

	4 Tons	6 Ztr.	0 Pfd.	Steinkohle
Zum Erhitzen der Luft	0 „	5 „	0 „	„
Zum Betrieb des Gebläses	0 „	7 „	4 „	„
	4 „	18 „	4 „	„
Kalkstein	0 „	9 „	0 „	„

Im Jahre 1833 beim Schmelzen mit heißer Luft von 322° C. und roher, unverkokter Steinkohle ergaben sich:

Zum Schmelzen . . .	2 Tons	0 Ztr.	0 Pfd.	Steinkohle
Zum Erhitzen der Luft .	0 „	8 „	0 „	„
Zum Betrieb des Gebläses	0 „	11 „	2 „	„
Summa . .	2 „	19 „	2 „	„
Kalkstein	0 „	7 „	0 „	„

Die tägliche Produktion der Oefen hatte dabei um mehr als ⅓ zugenommen und also eine bedeutende Ersparung an Arbeitslohn gestattet, dabei war in der Menge der nöthigen Gebläseluft eine merkliche Verminderung eingetreten, denn ein Dampfgebläse von 17 Pferdekräften, das bei kalter Gebläseluft nur 3 Hohöfen versah, reichte jetzt zu 4 Oefen hin.

Auf den Eisenwerken von Calder hat sich der Kohlenverbrauch in dem Verhältniß von 157 Ztr. zu 42 Ztr., der Kalksteinverbrauch von 13 Ztr. auf 5½ Ztr. vermindert. Das erforderliche Luftvolumen ist von 3500 auf 2627 Kub. F. pr. Minute gesunken, selbst die Pressung dieser geringeren Luftmenge kann in dem Verhältniß von 2¾ gegen 3½ Pfd. auf den Quadratzoll schwächer genommen werden.

Es ist sehr zu bedauern, daß diese außerordentlichen Leistungen der heißen Gebläseluft durch den Nachtheil eines unsicheren, vielfachen Störungen ausgesetzten Ganges und häufiger Schwankungen in der Beschaffenheit des erblasenen Eisens überwogen wird, und sich daher die meisten Eisenhütten genöthigt gesehen haben, zur kalten Gebläseluft zurückzukehren.

Eine wichtige Erfindung im Betrieb der Hohöfen ist die Benutzung der im Hohofen erzeugten Gase als Brennmaterial.

Nachdem man schon früher die aus brennenden Gasen bestehende Gichtflamme zum Erhitzen der Gebläseluft und zu anderen Zwecken benutzt hatte, lag die Idee sehr nahe, dieselben Gase im unverbrannten Zustande aus dem Hohofen abzuleiten, um sie durch weite Röhren nach dem Ort ihrer Bestimmung gelangen, und hier mit atmosphärischer Luft gemischt verbrennen zu lassen Es ist zu diesem Ende nöthig, die Gicht luftdicht zu verschließen, was gewöhnlich durch einen großen Deckel von dickem Eisenblech geschieht, welcher mittelst eines Charniers auf und abbewegt werden kann, und dessen abwärts gebogener Rand sich in eine ringförmige, mit Wasser gefüllte Rinne um die Gicht einsenkt, wodurch der luftdichte Verschluß entsteht. Beim Aufgeben der Gichten muß dieser Deckel gehoben werden, wodurch dann freilich ein Theil der Gase ungenutzt verloren geht. Faber du Faur führte zuerst eine solche Einrichtung aus, indem er 6 Fuß unter der Gicht eine Anzahl Oeffnungen im Kreise herum anbrachte und diese in eine gemeinschaftliche Röhrenleitung einmünden ließ.

Bunsen fand das Gas aus einem Holzkohlenofen folgendermaßen zusammengesetzt:

Bestandtheile	Höhe über der Form			
	5¾ F.	11¾ F.	14¾ F.	17¾ F.
Stickstoffgas	64,58	63,89	66,29	62,34
Kohlenoxydgas	26,51	29,27	25,77	24,20
Kohlensaures Gas	5,97	3,60	3,32	8,77
Wasserstoffgas	1,06	2,17	0,58	1,33
Grubengas	1,88	1,07	4,04	3,36
	100,00	100,00	100,00	100,00
Brennbare Gase	29,45	32,54	30,39	28,89

Nach Ebelmen ist das Gas eines Kokesofens zusammengesetzt aus:

Bestandtheile	Tiefe unter der Gicht		
	0 Meter	1 M.	4,36 M.
Stickstoffgas	60,70	63,59	64,66
Kohlenoxydgas	25,24	31,83	33,59
Kohlensaures Gas	11,58	2,77	0,57
Wasserstoffgas	2,48	1,81	1,38
	100,00	100,00	100,00
Brennbare Gase	27,72	33,64	34,97

Man ersieht hieraus, daß der Theorie entsprechend der Kohlenstoff fast ganz im Zustande von Kohlenoxydgas entweicht; und da dieses Gas bei seiner Verbrennung halb so viel Sauerstoff verbraucht, als der in ihm enthaltende Kohlenstoff verbrauchen würde, mithin auch halb so viel Wärme entwickelt, so ist klar, daß die Hohofengase, wenn sie ohne Verlust gewonnen werden könnten, beim Verbrennen annähernd die Hälfte der Wärmemenge erzeugen müßten von jener, welche die im Hohofen verbrauchte Kohle entwickeln würde.

Man hat die Gasflamme zu verschiedenen Zwecken, zum Puddeln, zum Umschmelzen des Eisens, zum Heizen der Dampfkessel u. a. angewandt, aber gefunden, daß sie, um die für die zuerst genannten Anwendungen erforderliche hohe Temperatur zu erzeugen, ein vorheriges möglichst starkes Erhitzen der Luft erfordert. Aus diesem Grunde werden die mit Hohofengasen geheizten Puddel- und Schmelzöfen zweckmäßig mit einem Luftwärmeapparat versehen, dessen Heizung wieder durch die aus dem Puddelofen entweichende Flamme, also ohne Bedürfniß eines fremden Brennmaterials erfolgt. Wir werden weiter unten eine Zeichnung eines solchen Puddelofens geben.

Der Vortheil der Gasheizung liegt nicht allein in der großen Ersparung an Brennmaterial, sondern in der vollkommenen Reinlichkeit der Flamme, welche weder Asche noch Ruß absetzt, und in dieser Hinsicht dem Weingeist nichts nachgibt. Wird sie durch Erwärmung und Zuleitung heißer Luft verstärkt, so reicht sie erfahrungsmäßig hin, selbst die zum Eisenschmelzen erforderliche Weißglühhitze zu erzeugen. Besonders aber zum Heizen der Dampfkessel ist die Gasflamme vorzüglich, indem sie, ohne einer künstlichen Erwärmung der Luft zu bedürfen (wenn der Dampfkessel in unmittelbarer Nähe des Hohofens angebracht ist und die Gase noch heiß, so wie sie aus dem Hohofen kommen, zu ihm gelangen), den ganzen Kessel wie mit einem Flammenmeer umspielt und dabei weder den Ofen noch die Kesselwände im geringsten verunreinigt.

Die überaus günstigen Resultate dieser Erfindung gaben Veranlassung zu der schon früher besprochenen künstlichen Gasbereitung in eigens zu dem Zwecke konstruirten Oefen, Generatoren (s. die Artikel Alaun S. 25 und Brennstoff S. 363), einer auch für anderweite Zwecke, für Glas-, Töpfer-, ja selbst für Stubenöfen sehr wichtigen Erfindung, die im Artikel Heizung ausführlicher behandelt werden wird.

Das Guß- oder Roheisen, dessen Eigenschaften weiter unten zur Besprechung kommen, ist eine theils chemische, theils mechanische Verbindung von Eisen mit durchschnittlich 4 bis 5 Prozent Kohlenstoff. Es kommt in verschiedenen Sorten vor, die sich theils in der Farbe, theils im Gefüge, theils in dem Grade der Härte unterscheiden. Man glaubte lange, daß das graue Roheisen sich durch einen größeren Kohlengehalt

von dem **weißen** unterscheide, und daß es eben diesem Umstande seine Weichheit und geringere Sprödigkeit verdanke, die ihm bei seiner Anwendung zu Gußarbeiten aller Art so große Vorzüge verschaffen. **Karsten** aber zeigte, daß im Gegentheil das weiße Roheisen oft mehr Kohlenstoff enthalte als das graue, daß aber beim weißen die ganze Menge oder doch der vorherrschend größere Theil des Kohlenstoffes sich in **chemischer** Verbindung mit dem Eisen, bei dem grauen dagegen in **mechanischer** Einmengung in Gestalt feiner Graphitblättchen befinde; er zeigte, daß das blättrige weiße Roheisen, **Spiegeleisen**, so viel Kohlenstoff besitzt, wie das Eisen im flüssigen Zustande nur immer aufzunehmen im Stande, daß es gesättigtes Kohleneisen ist, enthaltend 4 Atome Eisen gegen 1 At. Kohle, also in 100 Th. 5¼ Kohle gegen 94¾ Eisen, während im grauen Roheisen nur höchstens 3 bis 4 Proz. Kohlenstoff als Graphit vorkomme.

B. Darstellung des Schmiede- oder Stabeisens.

Es sind zwei verschiedene Wege, schmiedbares Eisen zu bereiten, gebräuchlich. Der erste, welchen schon die Alten kannten und einschlugen, der aber auch jetzt noch in mehreren Gegenden üblich ist, besteht in einem direkten Ausbringen von Stabeisen aus den Erzen, indem man sie in einem Herde mit Kohlen unter Beihülfe eines Gebläses reduzirt, wobei es gar nicht zur Schmelzung kommt, sondern das reduzirte Eisen sich zu einem Klumpen, Luppe, vereinigt, der dann ausgeschmiedet wird. Im Allgemeinen wird diese uralte Gewinnungsart mit dem Namen Luppenfrischarbeit belegt; sie ist zwar wenig ökonomisch und ergiebig, liefert aber ein sehr reines vortreffliches Eisen. Der zweite, gegenwärtig fast allgemein übliche Weg ist eigentlich ein Umweg, indem das Erz zuerst in Roheisen und dieses später durch einen besonderen Prozeß, das **Frischen**, in Stabeisen umgewandelt wird; er bietet aber in der Oekonomie und der fabrikmäßigen Ausführbarkeit so große Vortheile dar, daß er das alte Verfahren fast verdrängt hat.

1. **Die Luppenfrischerei**; zerfällt wieder nach kleinen Abweichungen in die französische, die italienische und die deutsche (oder Stückofenarbeit). Da sie sich noch ziemlich unverändert in dem Zustande der Kindheit erhalten hat, so ist auch in dem ganzen Apparat, namentlich den Gebläsen keine Neuerung eingetreten, und die Anwendung hölzerner Blasebälge oder der Wassertrommelgebläse beibehalten.

a) **Französische Luppenfrischarbeit**, findet noch gegenwärtig in den Pyrenäen Statt. Die kleineren Feuer, welche nur 3 bis 4 Ztr. Erze fassen, werden **katalonische**, die größeren, in welchen 7 bis 8 Ztr. Erze gefrischt werden, **biskayische** genannt. Das katalonische Feuer (denn hier sowohl wie bei allen übrigen zum Eisenfrischen dienenden Apparaten nennt man den Apparat selbst ein Feuer) besteht aus einem flach viereckigen, mit Eisenplatten ausgesetzten Herde von 21 Zoll Länge, 18½ Zoll Breite und 17 Zoll Tiefe. Die Form liegt 9½ Zoll über der Herdsohle in schräg geneigter Richtung, so daß ihre Achse, verlängert, die gegenüberstehende Herdplatte in der Höhe von 2 Zoll über der Herdsohle treffen würde. Doch ist sie beweglich, damit ihre Neigung je nach dem Fortgange der Arbeit und der Menge des in dem Herde angesammelten Eisens geändert werden könne. Sie wird durch untergelegte Thonklümpchen oft selbst nach einem graduirten Instrumente regulirt, eine Sache, die von den Arbeitern als ein großes Geheimniß bewahrt wird. Gewöhnlich liegen die Düsen zweier Blasebälge neben einander in derselben Form. Die untere Herdplatte wird mit einer Schicht von Lehm und Kohlenstaub bedeckt.

Das geröstete Erz wird zerstampft, und der feinste Staub davon abgesiebt, um später im Verlauf der Schmelzung zugesetzt zu werden; die Hauptmasse des Gröberen aber an der dem Gebläse gegenüber liegenden Seite zu einem sattelförmigen Haufen aufgehäuft, und der übrige Raum des Herdes zwischen dem Erzhaufen und der Form mit Holzkohlen gefüllt. Um dem Erzhaufen mehr Festigkeit zu geben, beschlägt man ihn mit Thon und Kohlenklein. Während der ersten zwei Stunden läßt man das Feuer nur langsam angehen, wobei der Arbeiter die Kohlen, so wie sie verbrennen, stets durch neue ersetzt, die er fest in den Herd eindrückt, damit der Erzhaufen nicht zusammenfalle. Bei dieser mäßigen Hitze tritt schon eine theilweise Reduktion des Erzes, aber noch keine Schmelzung ein.

Etwa nach Verlauf von zwei Stunden aber läßt man die Bälge mit ihrer vollen Gewalt angehen, um das Erz zum Schmelzen zu bringen. Der Punkt, wo das Erz die zum Einschmelzen geeignete Beschaffenheit erlangt hat, läßt sich theils an der Flamme, theils auch an dem porösen Ansehen des Erzes leicht genug erkennen.

Um alle Theile vollständig zum Fluß zu bringen, sucht der Arbeiter die unteren Partien des Erzes von der Herdsohle abzulösen und sie der Form gegenüber zu bringen. Nach Verlauf einiger Zeit wird auch das abgesiebte Erzmehl, jedoch, um nicht zu verstäuben, feucht hinzugegeben und über die ganze Oberfläche der Kohlen ausgebreitet. Dieses Mehl soll, außerdem daß es die Eisenausbeute vermehrt, noch den Zweck haben, den Schlacken den angemessenen Grad von Schmelzbarkeit zu geben. Ist die Schlacke zu leicht- und dünnflüssig, so wird dieser Fehler durch den Zusatz des Erzmehles verbessert; hat sie dagegen eine sehr zähe Konsistenz, so darf nur wenig Erzmehl aufgegeben werden. Die Schlacke selbst wird zum Theil durch einen Schlackenabzug abgelassen. Der ganze Prozeß dauert 5 oder 6 Stunden, worauf der teigige Eisenklumpen aus dem Herde gehoben, und unter den Hammer gebracht wird. Das Eisen, auf diese Art erhalten, ist als eine Mischung von Eisen und Stahl zu betrachten, doch kann man das relative Verhältniß beider nach Belieben abändern; denn wenn sehr reichlich Erzmehl, das offenbar mit zur Entkohlung des Eisens beiträgt, angewandt und die Form stark geneigt wird, so daß der Wind unter einem größeren Winkel auf die Oberfläche des Eisens trifft, so bildet sich vorzugsweise reines Stabeisen; wird dagegen umgekehrt, bei sparsamem Erzmehlzusatz, die Form mehr horizontal gerichtet, und der ganze Prozeß in die Länge gezogen, so entsteht ein stahlartiges Stabeisen. Das Gewicht der bei einmaligem Schmelzen erfolgenden Luppe beträgt etwa 200 bis 400 Pfund. Der Kohlenverbrauch ist aber sehr groß und beträgt mindestens das Dreifache von dem gewonnenen Eisen, daher die Luppenfrischarbeit, sowohl die jetzt beschriebene französische, als auch die italienische, nur allein in Gegenden betrieben werden kann, wo auf Kohlenersparung nicht Bedacht genommen werden darf.

Die Ausbeute an Eisen beläuft sich auf etwa 33 Prozent der rohen Erze (Spatheisenstein), so daß mithin, da der Spatheisenstein 54 bis 56 Prozent Eisen hält, ein beträchtlicher Verlust eintritt. Beim Verschmelzen von Spatheisenstein in Hohöfen werden etwa 45 Prozent Roheisen ausgebracht, die inzwischen beim nachherigen Verfrischen auch nur etwa 33 Prozent Stabeisen liefern.

b) Italienische oder korsische Luppenfrischarbeit. Die Feuer oder Herde haben bei dieser, besonders auf Korsika heimischen Methode die Gestalt halbkreisförmiger, 6 Zoll tiefer, 18 Zoll im Durchmesser haltender Vertiefungen, die sich in einem niedrigen, 8 bis 10 Fuß langen,

5 Fuß breiten Mauerwerk befinden, und mit einer Esse überdeckt sind. Die Form ist 5 bis 6 Zoll oberhalb des Herdes angebracht, und ein wenig abwärts geneigt.

Auf Korsika sowohl, wie in den Küstendistrikten Italiens wird am meisten Elbaer Eisenglanz verschmolzen, der nur sehr wenig Wasser, geringe Beimengungen von Spatheisenstein und etwas Schwefelkies enthält; Wasser und Schwefel müssen vor der Reduktion durch eine Röstung ausgetrieben werden, wozu jedoch keine besonderen Oefen vorhanden sind, sondern die auch in dem Schmelzherd bewirkt wird; nur daß die ganze Arbeit in zwei getrennte Abtheilungen zerfällt. In der ersten nämlich findet die Röstung einer Portion rohen Erzes, und zugleich die theilweise Reduktion einer zweiten bereits früher gerösteten Statt, in der zweiten Abtheilung dagegen die Verschmelzung; so zwar, daß alle Mal zu gleicher Zeit sich ein Theil rohes Erz zum Rösten, und das von dem vorhergehenden Prozesse erhaltene geröstete Erz zum Reduziren auf dem Herde befindet, nur daß das Letztere der stärksten, das Erstere einer schwächeren Hitze ausgesetzt wird, worauf dann in einer besonderen zweiten Operation das reduzirte Erz verschmolzen und gefrischt wird.

Man fängt damit an, die Herdsohle und die Umfassungsmauer um den Herd mit einer 3 Zoll dicken Schicht von Lehm und Kohlenstaub zu bekleiden, und rund um den Herd eine ringförmige, 4 oder 5 Zoll hohe Erhöhung aus derselben Masse zu bilden. Nunmehr formirt man in dem Herde zunächst vor der Mündung der Blasform einen halbkreisförmigen hohen Kohlenhaufen etwa von 5 bis 6 Zoll Radius, und umgibt diesen mit einer Lage gerösteten Erzes in etwa nußgroßen Stücken, läßt auf diese wieder eine Lage Kohlen folgen, umgibt diese endlich mit dem zu röstenden rohen Erz, und bedeckt das Ganze mit einer starken Lage Kohlenklein. Die beiden Erzlagen erhalten eine Dicke von etwa 7 Zoll, so daß die Gesammtbeschickung mit den Kohlen einen etwa 24 Zoll im Radius haltenden Haufen bildet, der den nur 6 Zoll tiefen Herd um ein Bedeutendes überragt. Das rohe ungeröstete Erz kommt daher fast ganz außerhalb des Herdes, auf dessen Umgebung zu ruhen, und wird in der Art angeordnet, daß die größeren Stücke zu unterst, die kleineren zu oberst liegen. Ist so weit Alles fertig, so zündet man den mittleren Kohlenhaufen an, und läßt das Gebläse (fast allgemein ein Wassertrommelgebläse) angehen. So wie die Kohle in der Mitte des Haufens verbrennt, wird stets neue Kohle aufgegeben, die zu Anfang der Arbeit mit kurzen hölzernen, später mit wachsender Hitze, wo die Arbeiter dem Feuer nicht mehr nahe treten können, mit langen eisernen Stangen möglichst fest niedergedrückt werden muß, damit die Erzlagen so lange wie möglich in ihrer konzentrisch zylindrischen Lagerung beharren. Nach drei Stunden pflegt diese erste Arbeit, bei welcher das innere Erz größtentheils reduzirt, das äußere aber geröstet werden soll, beendigt zu sein, was man daran erkennt, daß das Letztere aufhört zu rauchen, das Erstere aber in mehr oder weniger zusammenhängende Klumpen zusammensintert. Das Gebläse wird nun abgestellt, die äußere, jetzt geröstete Erzschichte abgebrochen, behufs der Zerkleinerung für die demnächstige Reduktion von dem Herde geworfen, und nunmehr auch das reduzirte Erz nebst den rückständigen Kohlen und Schlacken aus dem Herde entfernt.

Dieser wird hierauf wieder mit Kohlenstaub und Lehm ausgeschlagen, und an der rechten und linken Seite zwei Haufen Kohlenklein, und zwischen diese zwei oder drei Körbe Kohlen aufgeschüttet. Oben auf diese Kohlen werden einige Klumpen von reduzirtem Erz gelegt, und nunmehr das Gebläse angelassen. Sobald das Erz in Gluth kommt,

tritt zwischen den erdigen Beimengungen und dem stets in Menge noch vorhandenen Eisenoxydul eine Wechselwirkung ein, in deren Folge sie sich zu einer ziemlich dünnflüssigen Schlacke vereinigen, die man in Menge herabfließen sieht. Bald fängt auch das reduzirte Eisen an, in Fluß zu gerathen, und sich durch die Kohlen auf den Grund des Herdes herabzubegeben. Man fährt nun mit dem Aufgeben von Erzstücken fort, und läßt die Schlacke, wenn sie sich über dem Eisen in einer starken Schicht angesammelt hat, durch Oeffnung des Schlackenabzuges ablaufen, unterhält aber das Feuer, bis das Eisen durch Einwirkung des Gebläses eine gleichförmige zähteigige Konsistenz angenommen hat, wo es dann in Gestalt eines Klumpens mit starken eisernen Haken aus dem Herde gehoben und unter den Hammer gebracht wird. Ein solcher Schmelzprozeß dauert durchschnittlich 3½ Stunden. Das gewonnene Stabeisen ist gewöhnlich von sehr guter Qualität; es ist weich, sehr dehnbar und wenig stahlartig. Vier Arbeiter sind gewöhnlich bei einem Herde beschäftigt. Die Ausbeute ist ziemlich gering, und beläuft sich auf etwa 4 Zentner Eisen gegen 10 Zentner Erz und 20 Ztr. Kohle, mit Buchen- und Kastanienholz gemengt.

Es werden also nur 40 Prozent Eisen von dem rohen Erz ausgebracht, so daß mithin, bei dem mittleren Eisengehalt von 65 Prozent, etwa 25 Prozent, d. i. reichlich ein Drittel des Eisens in Schlacke übergeht.

Der Unterschied zwischen der katalonischen und der italienischen Luppenfrischarbeit besteht also eigentlich nur darin, daß bei der Ersteren das in Röstausen geröstete Erz in Einer Operation reduzirt, geschmolzen und gefrischt wird, während bei der letzteren ein jedes Stückchen Erz zu drei Malen auf den Herd kommt, einmal um geröstet, das zweite Mal um reduzirt, und das dritte Mal um eingeschmolzen und gefrischt zu werden.

c) Die Eisengewinnung in Stücköfen stimmt mit der Luppenfrischarbeit im Wesentlichen überein, insofern auch bei ihr das Frischen des Eisens gleich unmittelbar im Schmelzofen vorgenommen, und das Eisen in einem zusammenhängenden Stück aus dem Ofen genommen wird, daher der Name Stückofen.

Es sind dieß niedrige Schachtöfen von 10 bis 15 Fuß Höhe, und etwa 3 Fuß innerem Durchmesser. Die Form des Schachtes hat zwar Aehnlichkeit mit der früher beschriebenen der Hohöfen, doch ist der Herd verhältnißmäßig weiter, der Kohlensack dagegen enger, die Unterschiede in der Schachtweite in verschiedenen Höhen sind daher nicht so groß, als bei dem Hohofen. Der Querschnitt des Schachtes ist gewöhnlich quadratisch, die Blasform etwas geneigt, um den Wind behufs der Entkohlung auf die Oberfläche des Eisens zu treiben. Auch ist der Herd, d. h. der Raum unter der Blasform, weniger tief, dagegen aber, wie erwähnt, weiter, um das Eisen in einer mehr flachen, ausgedehnten Schichte dem Winde darzubieten, was beim Hohofen, dessen Bestimmung darin besteht, unentkohltes Roheisen zu liefern, zweckwidrig sein würde.

Da das Eisen nicht flüssig abgestochen, sondern in einem Stück aus dem Herd gehoben werden muß, so erwächst hieraus eine der wesentlichsten Unvollkommenheiten des Stückofenbetriebes: die Nothwendigkeit, um den Eisenklumpen (Guß) herauszubringen, bei dieser schon an und für sich beschwerlichen Arbeit die Ofenbrust jedes Mal zu öffnen und nach ausgehobenem Guß wieder zu vermauern. Die Arbeit selbst ist folgende: Hat man die Brust mit Mauersteinen und fettem Thon geschlossen, so füllt man den Ofen mit Kohlen, setzt diese von unten in Brand und läßt das Gebläse an. Hat sich nach einiger Zeit die Kohle bis zur Gicht hinauf entzündet, so fängt man an, das vorher geröstete Erz

schichtweise abwechselnd mit Kohle aufzugeben, und fährt, so wie diese Gichten herabgehen, mit dem Aufgeben von Erz und Kohlen fort, bis das zu einmaligem Schmelzen bestimmte Erzquantum eingetragen ist. Sobald man bemerkt, daß die ersten Gichten zur Schmelzung gekommen sind, läßt man die über dem Eisen schwimmende Schlacke durch den in der beweglichen Ofenbrust angebrachten Schlackenabzug ab, um das Eisen von der schützenden Schlackendecke zu befreien, und es der Einwirkung der Gebläseluft vollständiger darzubieten. Hat sich das Eisen bis fast zum Niveau der Form angesammelt, die in geringer Höhe über der Herdsohle in die neu gemauerte Ofenbrust eingesetzt wurde, so nimmt man sie heraus, und setzt sie etwas höher wieder ein, bringt auch einen neuen Schlackenabzug in entsprechender Höhe an, und rückt so in dem Maße, wie sich mehr und mehr Eisen im Herde ansammelt, mit der Form und dem Schlackenabzug weiter aufwärts, bis die letzte Erzgicht zur Schmelzung gelangt ist. Die Bälge werden nun ausgehängt, die Schlacke möglichst abgezogen, die Brustmauer aufgerissen, der Guß mit Haken und Zangen herausgeholt, unter den Hammer gebracht, zu einem 3 bis 4 Zoll dicken Kuchen ausgereckt, in mehrere Stücke zerschrotet, und diese einzeln noch einem nachträglichen Frischprozeß unterworfen. Man bringt sie nämlich auf einem eigenen Herde bei fast horizontal liegender Form zum Schmelzen, indem man sie mit einer großen Zange gerade gegen den Wind in das Feuer einschiebt, und allmälig abschmelzen läßt. Das abgeschmolzene, hiebei dem Winde dargebotene und größtentheils entkohlte Eisen sammelt sich auf dem Herdboden, wird hier durch Berührung mit dem Eisenoxydul der Schlacken noch weiter entkohlt und kommt nun abermals unter den Hammer, um zu Stabeisen ausgereckt zu werden. Der bei diesem Einschmelzen in der Zange verbleibende, also nicht weiter entkohlte Theil wird ebenfalls unter den Hammer gebracht, und als Stahl in Stangen ausgeschmiedet.

Die Eisengewinnung in Stücköfen war früher besonders in Steiermark und Kärnthen in Gebrauch, ist aber gegenwärtig, des großen Kohlenaufganges wegen, fast ganz abgekommen, und nur noch auf einigen ungarischen Werken beibehalten. Der in einem Stückofen von mittlerer Größe entstehende Klumpen oder Guß wird gewöhnlich alle 24 Stunden ausgenommen, und wiegt 15 bis 20 Zentner. Um ihn herauszuheben und unter den Hammer zu bringen, sind mindestens 8 Mann erforderlich. Er wird hier in etwa zentnerschwere Stücke zerschrotet, die dann in der beschriebenen Art weiter verfrischt werden.

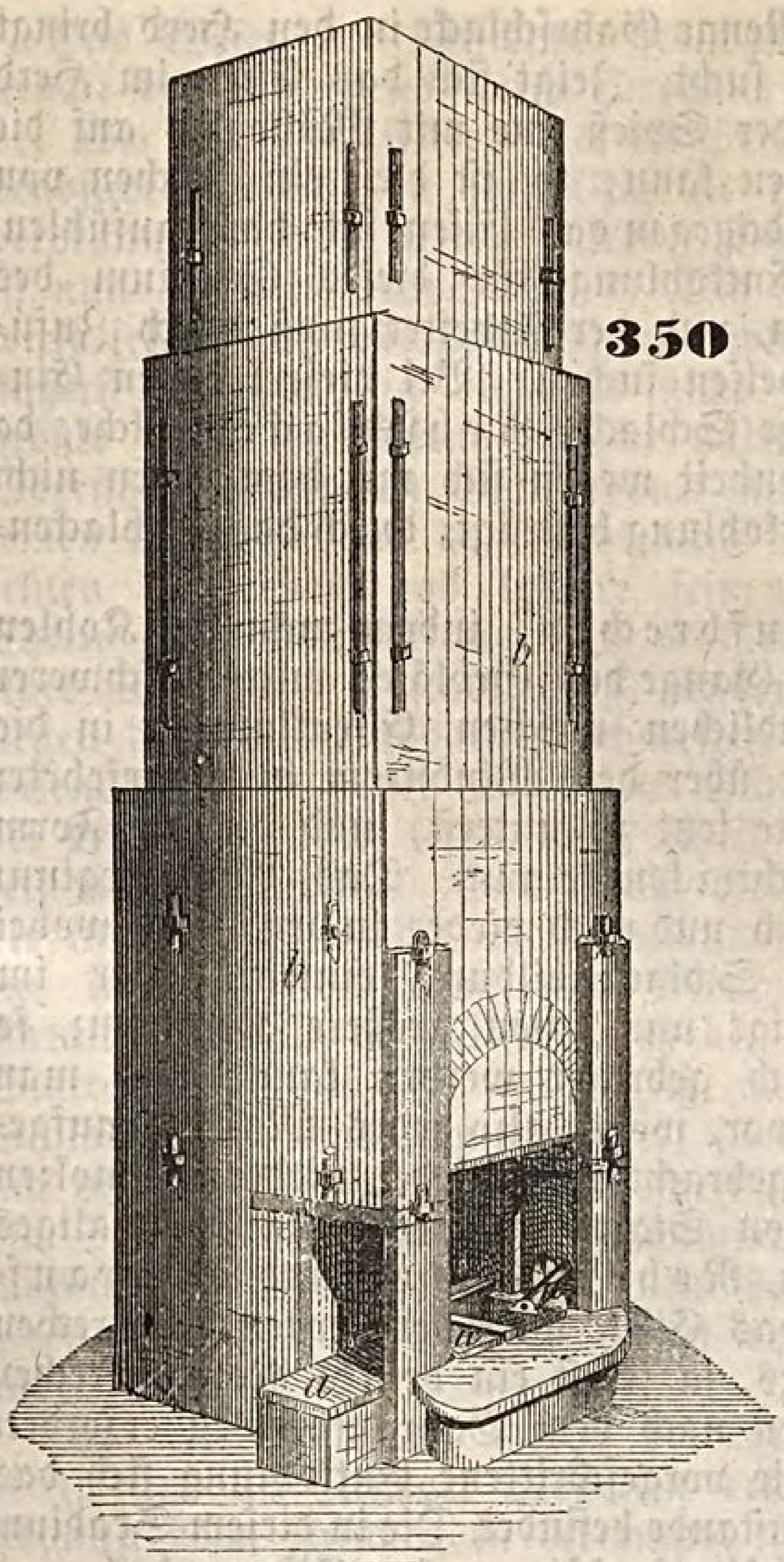
2. Das Frischen des vorher in Hohöfen erblasenen Roheisens wird zum Theil nach dem älteren, aber auch jetzt noch häufig gebräuchlichen Verfahren mit Holzkohlen in Herden (Feuern) oder nach der später in England erfundenen Methode in Flammöfen mittelst Steinkohlen ausgeführt.

a) Das Frischen in Herden (Frischfeuern.)

Der Zweck des Frischprozesses, also der Umwandlung des Roheisens in schmiedbares Stabeisen, besteht vornehmlich darin, den Kohlenstoff des ersteren durch einen Verbrennungsprozeß zu entfernen, wobei zugleich der Kieselgehalt, so wie geringe Mengen anderer Metalle, als Mangan, Titan, die oft im Roheisen vorkommen, beseitigt werden. Wir werden zuerst eine Beschreibung der gewöhnlichen deutschen Frischarbeit geben und sodann die verschiedenen, in einzelnen Gegenden üblichen Modifikationen derselben besprechen.

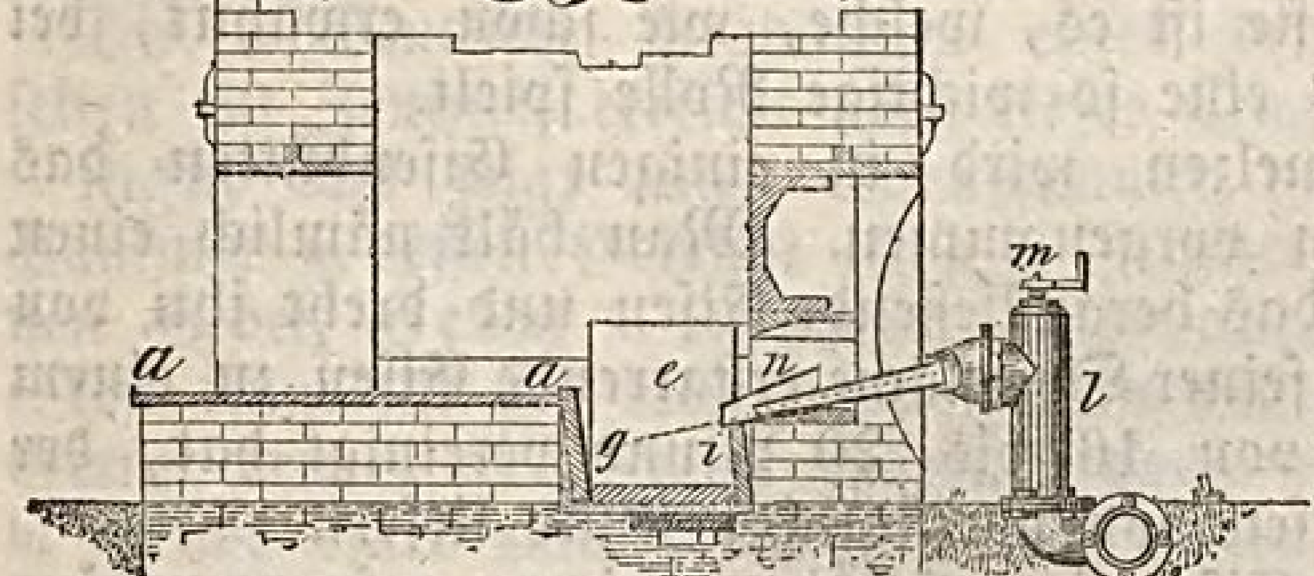
Fig. 350 und 351 zeigen die Einrichtung eines Frischfeuers in perspektivischer Ansicht und im vertikalen Durchschnitt. Der Herd a a von 6

350



Fuß Länge, 3 Fuß Breite und 15 Zoll Höhe über der Hüttensohle befindet sich unter einer gemauerten Esse b b. Der eigentliche Arbeitsraum, gewöhnlich auch Herd genannt, besteht in einer Vertiefung und hat die Gestalt eines viereckigen, mit Eisenplatten (Zacken) ausgelegten Kastens. Die untere dieser Platten wird der **Boden**, die an der Vorderseite befindliche der **Schlackenzacken**, die gegenüberstehende e der **Hinterzacken**, jene unter dem Gebläse i der **Formzacken**, und endlich die ihr gegenüberstehende g der **Gichtzacken** genannt. Die kupferne Form n mit halbrunder Mündung befindet sich in einem eisernen Formkasten in schräg abwärts geneigter Richtung (das **Stechen der Form**). Die Düse liegt etwas zurück, damit der Wind die Form kalt blase und sie vor dem Verbrennen sichere. Die Windleitung l ist durch einen ledernen Schlauch mit der Düse in Verbindung und kann durch ein Ventil mittelst der Schraube m beliebig geschlossen werden. Auf einigen Hütten bedient man sich noch jetzt der hölzernen Blasbälge. Um die Bodenplatte vor dem Schmelzen zu schützen und zugleich die zu dünnflüssige Konsistenz des zu frischenden Eisens zu mindern, ist unter ihr ein Behälter, in den durch eine Röhre Wasser geleitet werden kann.

351



Wenn der Herd mit Holzkohlen gefüllt, das Gebläse angelassen und das Feuer in Gang gekommen ist, so bringt man das in Gänze von 6 bis 8 Fuß Länge, 2 bis 3 Zoll Dicke und 9 bis 10 Zoll Breite gegossene Roheisen der Form gegenüber auf den Gichtzacken und schiebt es so weit in das Feuer, daß sein vorderes Ende etwa 7 Zoll von der Form entfernt ist. Das Eisen kommt nun bald zum Schmelzen und fließt in den Herd, worauf man die Ganz weiter vorschiebt, bis sie gänzlich niedergeschmolzen ist. Auf diese Weise wird das zu einem Frischstück bestimmte Roheisen, 2½ bis 3 Zentner, zusammengeschmolzen und schon hierbei durch die oxydirende Einwirkung des auf das schmelzende und herabträufelnde Eisen einwirkenden Luftstromes einer anfangenden Entkohlung unterworfen, und dadurch zur dickflüssigen Konsistenz gebracht. Der Arbeiter untersucht das im Herde befindliche Eisen mit einem Spieß; zeigt es sich sehr flüssig (roh), so daß er den Spieß leicht hindurch bis auf die Bodenplatte bringen kann, so sucht er dadurch

nachzuhelfen, daß er eine gewisse Menge Gahrschlacke in den Herd bringt und mit dem Eisen durchzuarbeiten sucht. Zeigt sich das Eisen im Herd von teigiger Konsistenz, so daß der Spieß nur mit Mühe bis auf die Bodenplatte hindurchgestoßen werden kann, so ist dieß ein Zeichen von einem guten gahren Gange. Sollte dagegen das Eisen sich hart anfühlen, so ist der Gang zu gahr, die Entkohlung für dieses Stadium des Prozesses schon zu weit vorgeschritten, und der Arbeiter muß durch Zufügung von etwas Roheisen nachzuhelfen suchen. Bei diesem ersten Einschmelzen bildet sich eine sehr flüssige Schlacke, Rohschlacke, welche, da sie ihrer zu dünnflüssigen Beschaffenheit wegen sich mit dem Eisen nicht vermengt, daher nur wenig zur Entkohlung beiträgt, durch das Schlackenloch abgelassen wird.

Man schreitet nun zum Rohaufbrechen, indem man die Kohlen abräumt und bei ununterbrochenem Gange des Gebläses mittelst schwerer Brechstangen den im Herde befindlichen weichen Eisenklumpen in die Höhe hebt und auf frische Kohlen über den Windstrom in umgekehrter Lage bringt, so daß die obere Seite jetzt zu unterst, und die der Form vorher zugekehrte Seite an den Gichtzacken kommt. Das Eisen beginnt nun wieder zu schmelzen und fließt nach und nach wieder in den Herd, wobei eine abermalige Entkohlung und Schlackenbildung eintritt. Der im Herde entstehende Eisenklumpen zeigt nun schon größere Konsistenz, so daß der Spieß nicht mehr hindurch gebracht werden kann, und man nimmt ein abermaliges Aufbrechen vor, wobei also jedes Mal die aufgebrochene Eisenmasse über die Form gebracht und wieder niedergeschmolzen wird. Geht der Frischprozeß gut von Statten, so reicht ein zweimaliges Aufbrechen und Wiedereinschmelzen, Rohaufbrechen und Gahraufbrechen hin, doch kann, wenn das Eisen nach dem ersten Aufbrechen noch zu roh geblieben ist, ein zweites, ja selbst ein drittes Rohaufbrechen erforderlich sein. Das Einschmelzen nach dem Gahraufbrechen erfordert eine sehr starke Hitze, weil durch die vorgeschrittene Entkohlung sich das Eisen in einem fast stabeisenartigen Zustande befindet. Die in diesem Stadium des Prozesses sich bildende, verhältnißmäßig mehr Eisenoxydul und weniger Kieselerde enthaltende, daher weniger dünnflüssige Schlacke führt den Namen Gahrschlacke; sie ist es, welche, wie schon erwähnt, bei der Entkohlung des Roheisens eine so wichtige Rolle spielt.

Bei dem letzten Niederschmelzen wird in einigen Eisenhütten das sogenannte Anlaufenlassen vorgenommen. Man hält nämlich einen geschmiedeten Eisenstab unter das herabfließende Eisen und dreht ihn von Zeit zu Zeit, bis sich das auf seiner Oberfläche erstarrende Eisen zu einem Klumpen, Anlaufkolben, von 16 bis 20 Pfund vereinigt hat, der sodann ausgeschmiedet, ein Eisen von vorzüglicher Güte liefert.

Nachdem sich alles übrige Eisen im Herde zu einem zusammenhängenden weißglühenden Klumpen, Deul oder Luppe, vereinigt hat, wird dieser ausgebrochen und nach dem Abklopfen der ihm äußerlich anhängenden Schlacke (Schwahl) sofort unter den Hammer gebracht, dessen Aufgabe darin besteht, die im Inneren des Eisens noch befindliche flüssige Schlacke herauszupressen, und zugleich die Theile des Eisens durch Schweißung zu einer auch im Inneren vollständig zusammenhängenden Masse zu vereinigen, eine Aufgabe, die freilich bei diesem ersten Zängen nie vollständig erreicht wird. Der so durch angemessenes Wenden auf dem Ambos gebildete würfelförmige Deul wird hierauf mittelst des Setzeisens in 4 oder 6 Stücke, Schirbel, zerschroten, diese entweder in dem Frischfeuer oder einem besonderen Schweißofen wieder angewärmt, d. h. zum Weißglühen gebracht, und unter dem Hammer zu Stäben von der verlangten Dicke und Gestalt ausgeschmiedet.

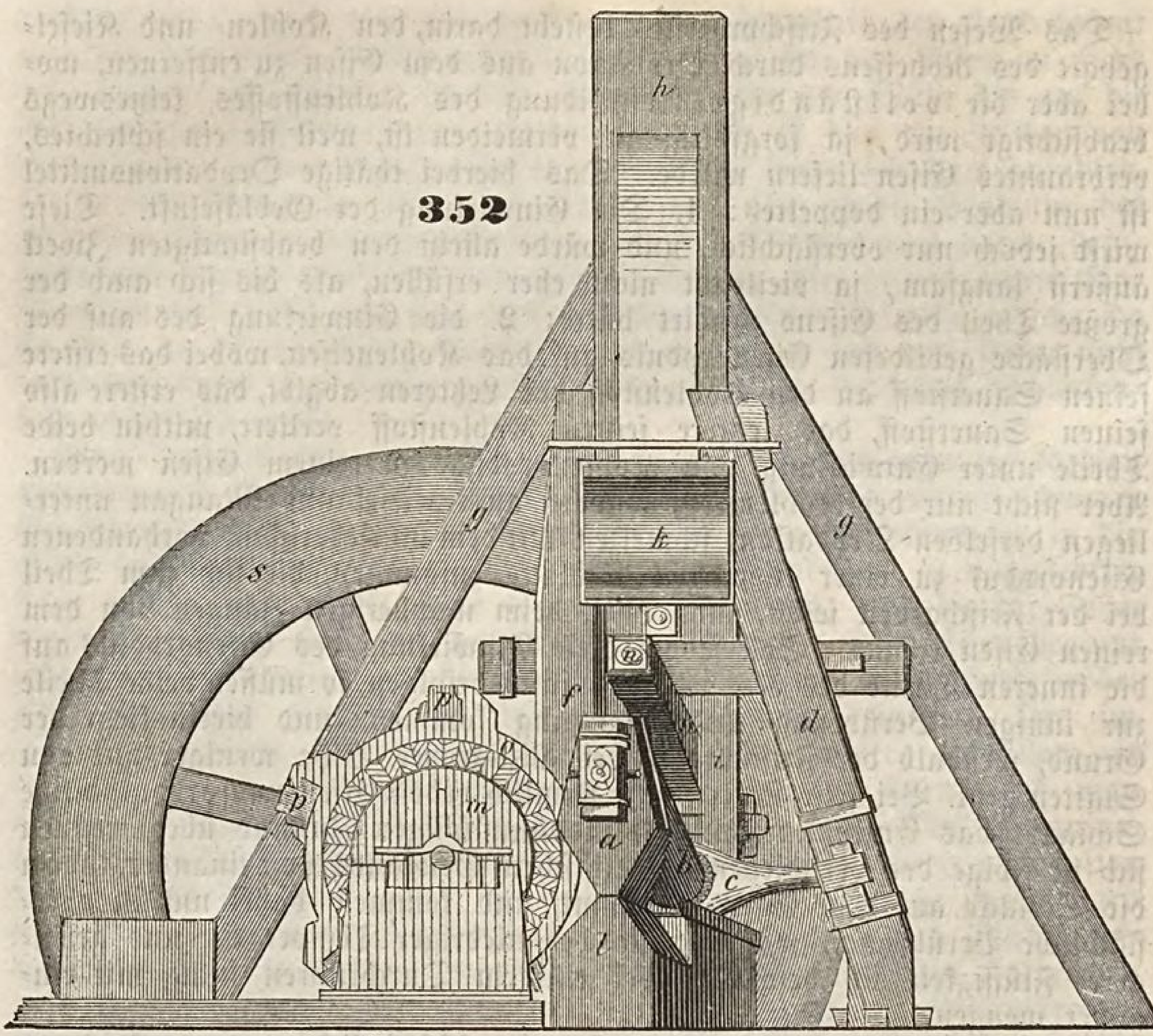
Das Wesen des Frischprozesses besteht darin, den Kohlen- und Kieselgehalt des Roheisens durch Oxydation aus dem Eisen zu entfernen, wobei aber die vollständige Abscheidung des Kohlenstoffes keineswegs beabsichtigt wird, ja sorgfältig zu vermeiden ist, weil sie ein schlechtes, verbranntes Eisen liefern würde. Das hierbei thätige Oxydationsmittel ist nun aber ein doppeltes: 1. Die Einwirkung der Gebläseluft. Diese wirkt jedoch nur oberflächlich, und würde allein den beabsichtigten Zweck äußerst langsam, ja vielleicht nicht eher erfüllen, als bis sich auch der größte Theil des Eisens oxydirt hätte; 2. die Einwirkung des auf der Oberfläche gebildeten Eisenoxyduls auf das Kohleneisen, wobei das erstere seinen Sauerstoff an den Kohlenstoff des Letzteren abgibt, das erstere also seinen Sauerstoff, das letztere seinen Kohlenstoff verliert, mithin beide Theile unter Entwicklung von Kohlenoxydgas zu reinem Eisen werden. Aber nicht nur der Kohlenstoff, sondern auch Kiesel und Mangan unterliegen derselben Oxydation, schmelzen mit dem im Ueberschuß vorhandenen Eisenoxydul zu einer schwarzen Schlacke zusammen, die sich zum Theil bei der Frischarbeit selbst, zum Theil beim nachherigen Zängen von dem reinen Eisen trennt. Soll jedoch diese Einwirkung des Eisenoxyduls auf die inneren Theile des Kohleneisens rasch erfolgen, so müssen beide Theile zur innigen Berührung und Mengung kommen, und hierin liegt der Grund, weßhalb der Frischprozeß bei allzugroßer Hitze weniger gut von Statten geht. Bei sehr starker Hitze nämlich gehen Eisen und oxydulhaltige Schlacke (das Entkohlungsmittel) in dünnflüssigen Zustand über, trennen sich in Folge des verschiedenen spezifischen Gewichtes von einander, indem die Schlacke auf dem Eisen schwimmt, und kommen dabei nur in oberflächliche Berührung, während sie bei niedriger Temperatur und geringerer Flüssigkeit sich besonders bei einigem Durchrühren innig mit einander mengen.

Das Gewicht einer Luppe beträgt durchschnittlich etwa 2 Zentner; hierzu sind 2.7 Zentner Roheisen erforderlich, so daß etwa 26 Prozent Abgang beim Frischen in Rechnung kommen. Auf die 100 Pfd. Stabeisen werden dabei durchschnittlich 149 Pfd. Kohle verbrannt. Eine Frischung dauert etwa 5 Stunden.

Die wöchentliche Produktion eines deutschen Frischfeuers übersteigt selten 80 Zentner, erreicht aber dieses Quantum gewöhnlich nicht.

Figur 352 zeigt einen Eisenhammer gewöhnlicher Einrichtung. Der Hammer a, dessen Gewicht etwa 5 Zentner beträgt, ist auf einen hölzernen Hebel, Helm b, aufgekeilt, dessen anderes Ende in die Hammerhülse c fest eingekeilt ist; diese dreht sich in den Büchsensäulen d und f. Das Gerüst besteht aus einem zurückstehenden starken Baum, der Drahmsäule h, welche durch zwei Streben g g gehalten wird, und von welcher ein starker Balken, der Drahmbalken k, horizontal vorspringt. An diesem sind die schon erwähnten Büchsensäulen d, f befestigt. l der Ambos, n n der Reitel, ein elastischer, am besten von Eschenholz angefertigter Balken, der mit seinem hinteren Ende in der Drahmsäule, etwas weiter vorn in der Reitelsäule i fest verkeilt, von hieraus aber ganz frei ist. Er dient dazu, dem mit Gewalt aufgeworfenen Hammer einen elastischen Widerstand entgegen zu setzen, und ihn wieder herabzuschnellen. Neben dem Hammer ist die starke Wasserradwelle m, deren gußeiserner Daumkranz o die zum Aufwerfen des Hammers dienenden Frösche p von Weißbuchenholz enthält. s das Wasserrad.

Von der deutschen Frischschmiede mehr oder weniger abweichend sind die folgenden: Die Suluschmiede in Schweden üblich; die Butoder Klumpschmiede, ebenfalls in Schweden gebräuchlich; die Halbwallonenschmiede, in Schweden und in Frankreich (hier forge de



Berry) genannt; die Wallonenschmiede an der Niederlahn und in der Eiffel in Gebrauch; die Löschfeuerschmiede im Hennebergischen und im Thüringer Walde; die Steyersche und die Siegensche Einmalschmelzarbeit; die Osemundschmiede in der Grafschaft Mark; die Bratfrischschmiede; die Müglafrischschmiede in Kärnthen und Frankreich; die Brechschmiede in Böhmen, Mähren, Ungarn, Norwegen und Schweden; die Sinterfrischarbeit in Salzburg, Kärnthen; die Hart- und Weichzerrennfrischarbeit in Steyermark, Kärnthen, Krain, Frankreich; die Kartitscharbeit oder schwäbische Frischmethode; die Südwalliser Frischarbeit.

b) Das Frischen in Flammöfen, Puddeln, englische Frischmethode. Das Verfrischen des Roheisens wurde früher auch in England mit Holzkohlen nach dem deutschen Verfahren ausgeführt; als aber das Holz in England seltener und theurer wurde, fing man an Holzkohlen mit Kokes gemengt anzuwenden. Allein das Stabeisen fiel gewöhnlich von harter, schlechter Beschaffenheit aus und der Prozeß ging so langsam von Statten, daß eine Eisenhütte, die wöchentlich 20 Tons Stabeisen zu liefern im Stande war, schon zu den bedeutenden gezählt wurde. Es wurde zu der Zeit jährlich das enorme Quantum von 70,000 Tons Stabeisen von Schweden und Rußland importirt.

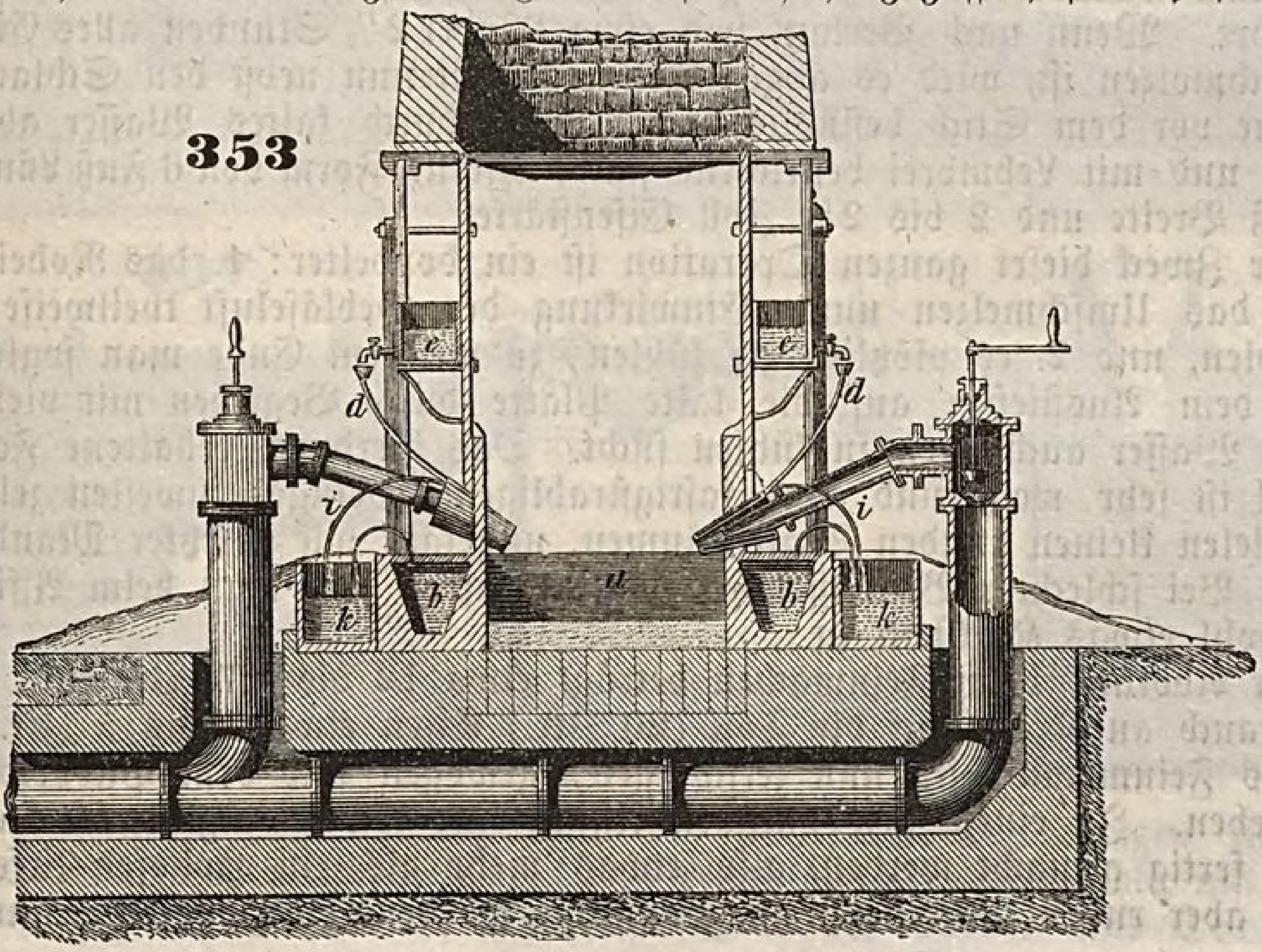
Eben in dieser Zeit gelang es den unausgesetzten Bemühungen des Mr. Cort, Roheisen dadurch zu Stabeisen zu verfrischen, daß er es auf dem Herde eines Flammofens einer lebhaften Steinkohlenflamme exponirte, wodurch er den doppelten Vortheil erreichte, einestheils mit Steinkohlen als Brennmaterial auszureichen und zweitens, keines künstlichen Gebläses zu bedürfen. Aber dieses Verfahren allein führte noch keineswegs zu dem gewünschten Resultat; es war sehr unsicher, gab mitunter

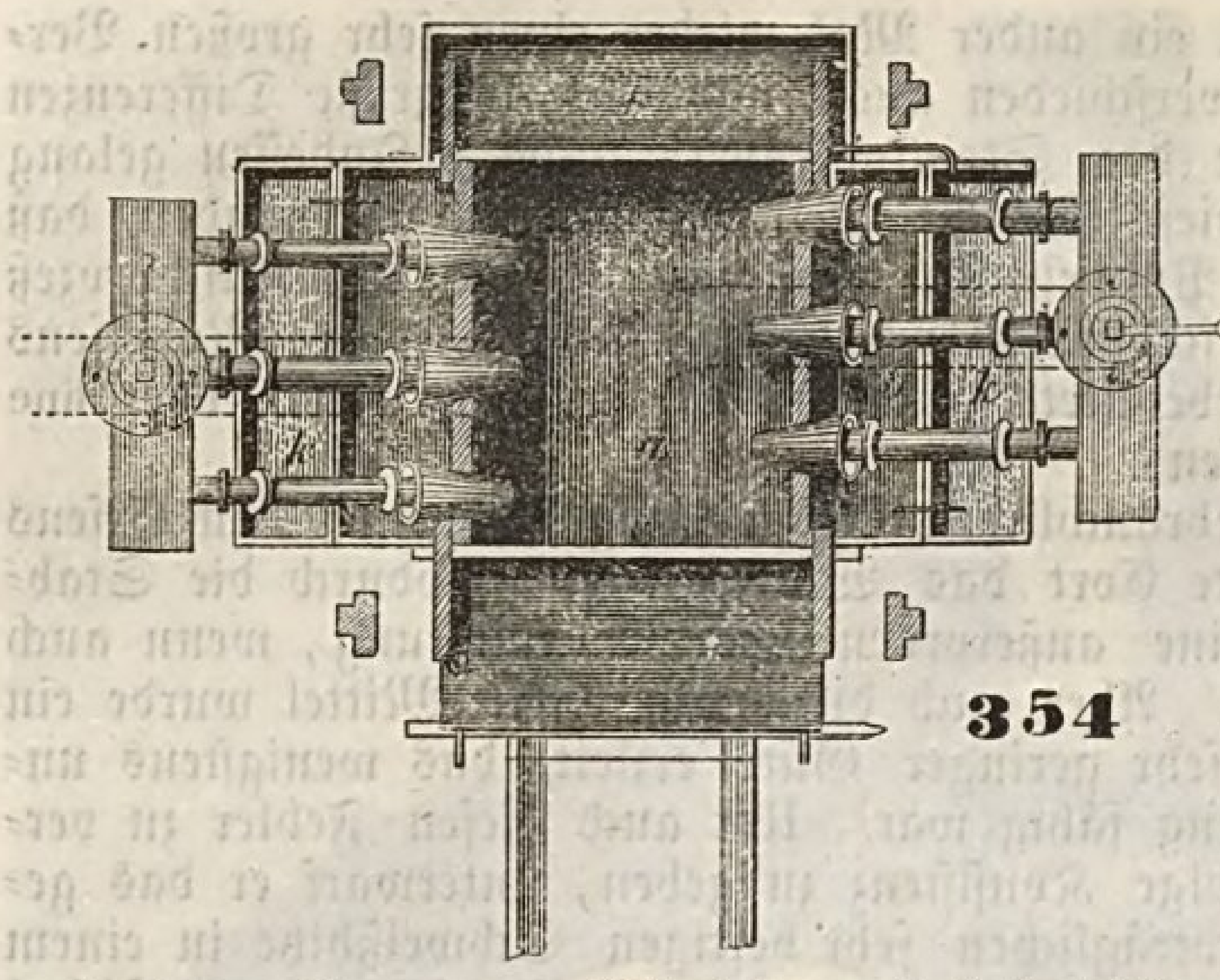
einen sehr unbedeutenden, ein ander Mal wieder einen sehr großen Verlust; das Eisen fiel sehr verschieden aus, und eben so große Differenzen zeigten sich in der Menge des Steinkohlenverbrauchs. Indessen gelang es dem Mr. Cort, auch diese Schwierigkeit dadurch zu überwinden, daß er vor dem eigentlichen Puddeln im Flammofen eine Art Frischprozeß mit Kokes vornahm, um schon eine vorläufige Entkohlung des Roheisens zu bewirken. Das so vorbereitete Eisen nannte er finery Metal oder fine Metal (Feinmetall, Feineisen).

Statt der bis dahin gebräuchlichen Behandlung des gefrischten Eisens unter dem Hammer führte Cort das Walzwerk ein, wodurch die Stabeisenfabrikation wieder eine außerordentliche Erleichterung, wenn auch nicht Verbesserung erfuhr. Aber auch durch alle diese Mittel wurde ein brüchiges Stabeisen von sehr geringer Güte erzielt, das wenigstens unmittelbar keiner Anwendung fähig war. Um auch diesen Fehler zu verbessern und ihm die nöthige Konsistenz zu geben, unterwarf er das gepuddelte Eisen einer nachträglichen sehr heftigen Schweißhitze in einem besonderen Flammofen, wodurch es denn gelang, ein gutes verkäufliches Stabeisen herzustellen. Dieses neue Verfahren, das Puddeln (puddling) fand sehr bald allgemeine Aufnahme und wird gegenwärtig in solcher Ausdehnung betrieben, daß ein einziges Eisenwerk, Cyfarthfa in Wales, über noch ein Mal so viel Stabeisen liefert, als in den Jahren von 1740 bis 1750 jährlich in dem ganzen Königreiche produzirt wurde.

Das Affiniren oder Feinmachen, durch welches das graue Roheisen mittelst schneller Abkühlung in weißes umgewandelt und dadurch zur Entkohlung vorbereitet wird, geschieht in eigenen Oefen oder Herden, den Affinirfeuern. Fig. 353 und 354 stellen ein solches im vertikalen und horizontalen Durchschnitt dar. Der Herd desselben a besteht in einem länglich viereckigen Kasten, der an 3 Seiten durch kastenförmige, hohle, gußeiserne Wände b, die mittelst durchfließenden Wassers kühl gehalten werden, eingeschlossen ist. Die vierte Seitenwand c, durch welche das Eisen abgestochen wird, besteht aus einer einfachen Eisenplatte. Der Boden des Herdes wird aus fettem Sand gebildet. An jeder der längern Seiten liegen 3 Blasformen, so jedoch, daß sie einander nicht gerade gegenüber sind, und in ihnen die Düsen der aus der Figur deutlich ersichtlichen Windleitung. Die Formen sind hohl gegossen, so daß sie durch

353





354

einen Strom hindurchfließenden Wassers beständig kühl gehalten werden können. Zwei Rinnen e e führen dem Apparate das nöthige kalte Wasser zu, welches theils durch die Röhren d d zu den Formen und aus diesen durch die Röhren i, i in die Abflußbehälter k k, theils durch andere in der Figur nicht sichtbare Röhren in die hohlen Wände gelangt, um auch aus diesen in die Behälter k k zu treten. Das ganze Affinirfeuer befindet sich unter einer 16 bis 18 Fuß hohen Esse, deren unterer Rauchmantel etwa 4 Fuß von dem Herde absteht.

Man füllt bei der Arbeit zuerst den ganzen Herd mit Kokes an, und legt 6 Flossen (pigs), d. h. etwa 100 Pfund schwere, in muldenförmige Formen gegossene Stücke Roheisen dergestalt auf sie auf, daß vier den vier Seiten des Herdes parallel und zwei in der Mitte quer über jene zu liegen kommen, worauf man sie mit einem Haufen Kokes bedeckt. Das Feuer wird nun in Gang gebracht und nach Verlauf einer Viertelstunde das Gebläse angelassen, worauf das Eisen allmälig zum Fluß kommt und sich auf dem Sandbette des Herdes ansammelt. Hierbei werden die Kokes in dem Maße, wie sie verbrennen, stets durch neue ersetzt und auch von Zeit zu Zeit neues Eisen aufgegeben, bis zur Gesammtmenge von 2 bis 2¼ Tons.

Das herabgeschmolzene Eisen darf aber nicht aufgebrochen oder gerührt werden, wie dieß bei der eigentlichen Frischarbeit geschieht, sondern man hat nur darauf zu sehen, die Temperatur stets auf dem richtigen Punkte und das geschmolzene Eisen flüssig zu erhalten. Man bemerkt hierbei eine eigenthümliche, gleichsam wallende Bewegung der Kokes, die zum Theil von dem heftigen Luftstrom des Gebläses, zum Theil wohl auch von einer in dem Metalle vor sich gehenden Entwicklung von Kohlenoxydgas herrührt. Wenn nach Verlauf von etwa 2 oder 2½ Stunden alles Eisen eingeschmolzen ist, wird es abgestochen und fließt nun nebst den Schlacken in eine vor dem Stich befindliche, von unten durch kaltes Wasser abgekühlte und mit Lehmbrei bestrichene flache eiserne Form von 6 Fuß Länge, 3 Fuß Breite und 2 bis 2½ Zoll Eisenstärke.

Der Zweck dieser ganzen Operation ist ein doppelter: 1. das Roheisen durch das Umschmelzen unter Einwirkung der Gebläseluft theilweise zu entkohlen, und 2. es plötzlich zu kühlen, zu welchem Ende man sogleich nach dem Ausfließen auf die kalte Platte durch Begießen mit vielem kalten Wasser auch oben zu kühlen sucht. Das hierdurch erhaltene Feinmetall ist sehr weiß und von fasrigstrahligem Gefüge, zuweilen zellig, mit vielen kleinen runden Blasenräumen, ungefähr wie zersetzter Mandelstein. Bei schlechter Beschaffenheit des Roheisens setzt man beim Affiniren wohl etwas Kalkstein zu.

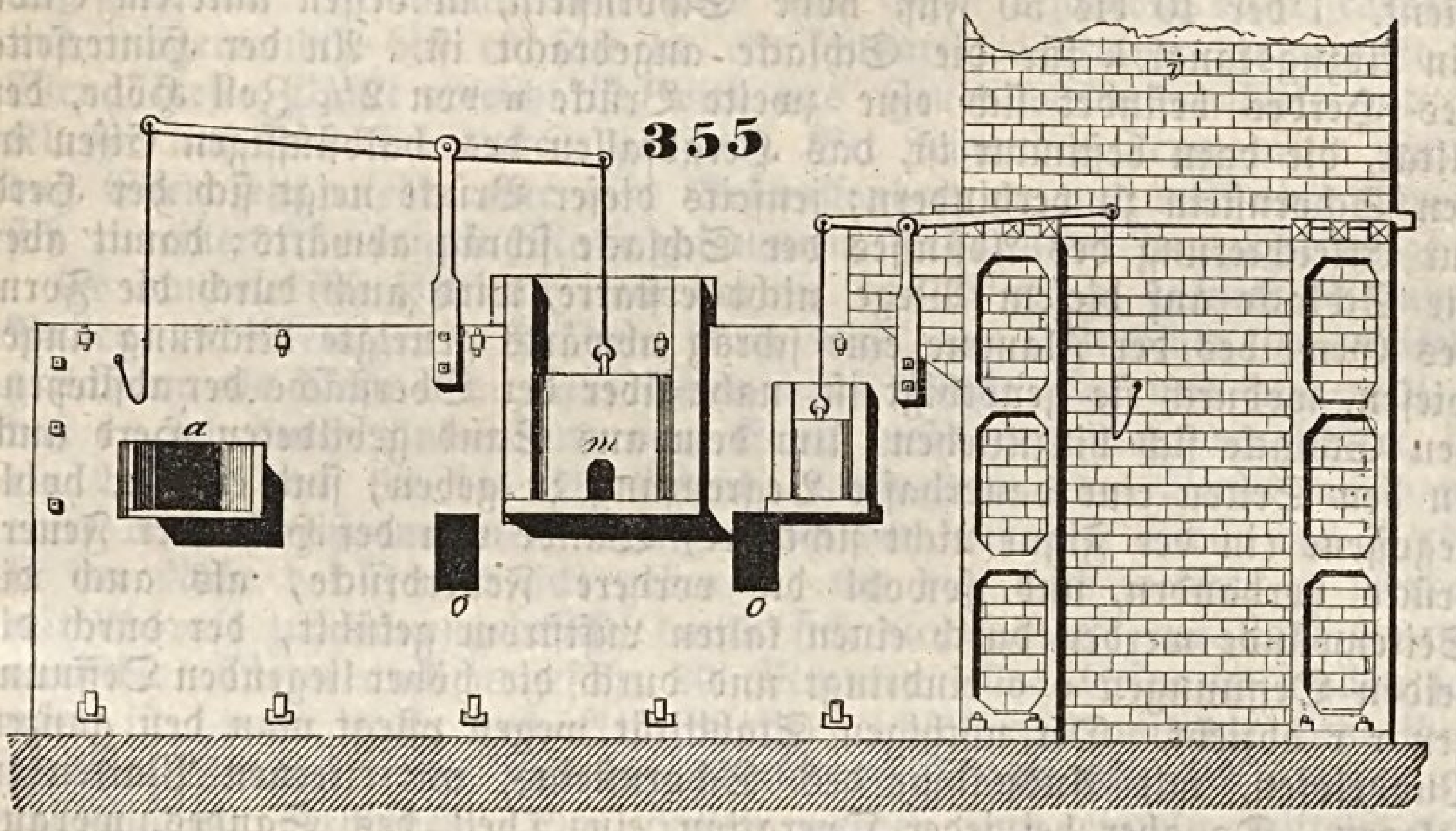
Der Abbrand beim Feinmachen beträgt etwa 12 bis 17 Prozent, der Verbrauch an Kokes auf die Ton (20 Ztr.) Eisen etwa 4 bis 5 Ztr.

Das Feinmetall wird nun zerschlagen, gewogen und dem Puddelofen übergeben. In einem gewöhnlichen Affinirfeuer können täglich 10 Tons Eisen fertig gemacht werden, also etwas mehr als ein Hohofen liefert; dafür aber ruhen die ersteren am Sonntage, während die Hohöfen ununter-

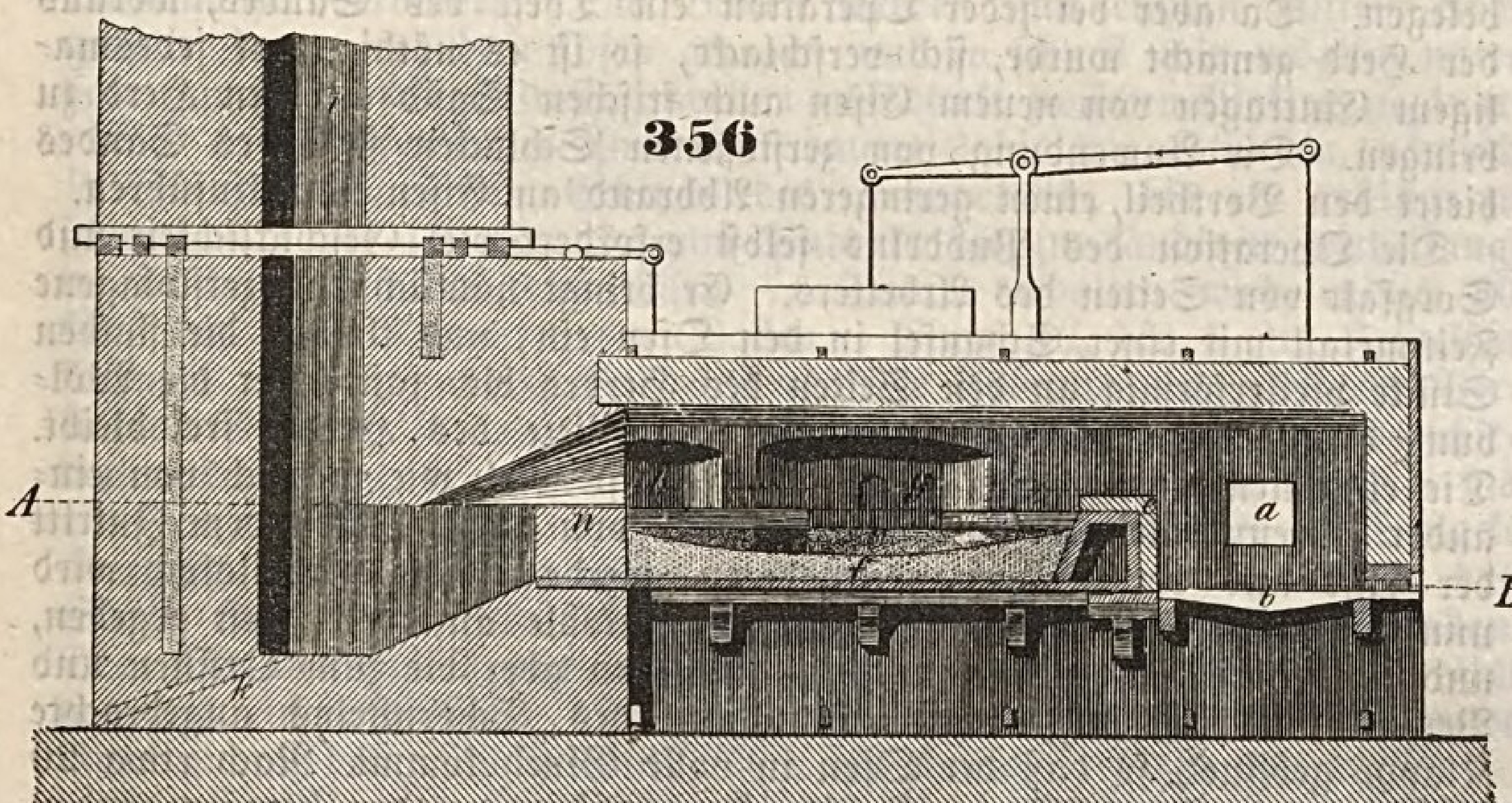
brochen fortarbeiten, so daß dennoch beide ganz gleichen Schritt mit einander halten.

Das **Puddeln** (nach dem Englischen to puddle, umrühren, durcharbeiten) wird in einem Flammenofen, **Puddelofen**, vorgenommen. Fig. 355 ist ein Aufriß, Fig. 356 ein vertikaler Durchschnitt, Fig. 357

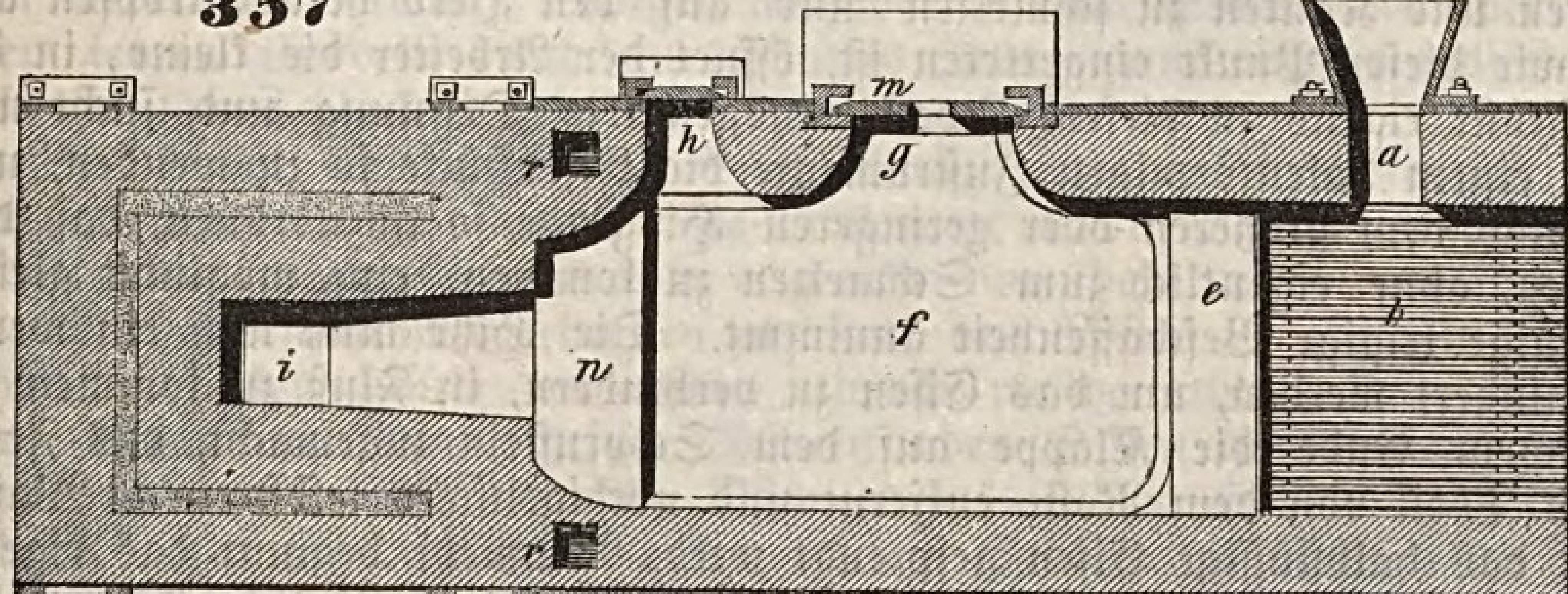
355



356



357



ein horizontaler Durchschnitt nach der Linie A B der vorigen Figur. a das Schürloch, durch welches das Brennmaterial, Steinkohle, auf den Rost b gegeben wird. e die hohle eiserne, an der Vorder- und Oberseite

mit feuerfesten Steinen bekleidete Feuerbrücke; f der aus Sand oder zerkleinerter Schlacke auf einer eisernen Bodenplatte gebildete Herd; g das Hauptarbeitsloch, das durch die an einem Hebel hängende Fallthür m geschlossen werden kann; h ein zweites, ebenfalls durch eine Fallthür verschließbares Arbeitsloch, das zugleich zum Eintragen des Feineisens dient. i der 40 bis 50 Fuß hohe Schornstein, in dessen unterem Ende ein Abzugskanal k für die Schlacke angebracht ist. An der Hinterseite des Herdes befindet sich eine zweite Brücke n von 2½ Zoll Höhe, der Altar, die dazu bestimmt ist, das Herabfallen des halbflüssigen Eisen in den Schornstein zu verhindern; jenseits dieser Brücke neigt sich der Herd zur Erleichterung des Abflusses der Schlacke schräg abwärts; damit aber die Schlacke auf diesem Wege nicht erstarre, wird auch durch die Form des Gewölbes der Flamme eine schräg abwärts geneigte Richtung angewiesen, wodurch sie genöthigt ist, nahe über der Oberfläche der abfließenden Schlacke sich hinzuziehen. Um dem aus Sand gebildeten Herd auch an den Seiten eine dauerhafte Begrenzung zu geben, sind eiserne, hohlgegossene (in der Figur nicht sichtbare) Wände von der Höhe der Feuerbrücke vorhanden, und sowohl die vordere Feuerbrücke, als auch die Seitenwände werden durch einen kalten Luftstrom gekühlt, der durch die beiden Oeffnungen o o eindringt und durch die höher liegenden Oeffnungen r r abzieht. Der nöthigen Stabilität wegen pflegt man den ganzen Puddelofen, mit Ausnahme des Schornsteins, mit eisernen Platten zu belegen. Da aber bei jeder Operation ein Theil des Sandes, woraus der Herd gemacht wurde, sich verschlackt, so ist es nöthig, vor jedesmaligem Eintragen von neuem Eisen auch frischen Sand auf den Herd zu bringen. Die Anwendung von zerstoßenen Schlacken statt des Sandes bietet den Vortheil, einen geringeren Abbrand an Eisen herbeizuführen.

Die Operation des Puddelns selbst erfordert viel Geschicklichkeit und Sorgfalt von Seiten des Arbeiters. Er bringt nämlich das zerschlagene Feinmetall mit einer Schaufel in den Ofen ein, und thürmt die flachen Stücke pfeilerförmig an den Seiten des Herdes bis fast unter die Wölbung des Ofens aufeinander, wobei die Mitte des Herdes frei bleibt. Die einzelnen Pfeiler oder Stapel müssen so viel wie möglich von einander getrennt bleiben, damit das Eisen von allen Seiten dem Zutritt der Luft und der Flamme dargeboten werde. Das Arbeitsloch wird nun mit seiner Fallthür verschlossen, Steinkohle auf den Rost gegeben, und das Schürloch damit zugelegt, dagegen aber die zum Oeffnen und Verschließen auf der oberen Mündung des Schornsteins angebrachte Klappe geöffnet, so daß der Ofen in volle Gluth kommt. Nach etwa 20 Minuten wird das Eisen weißglühend und fängt an den hervorragenden Ecken und Kanten zu schmelzen und auf den Herd herabzutropfen an; so wie dieser Punkt eingetreten ist, öffnet der Arbeiter die kleine, in der Fallthür eigens zu diesem Zwecke ausgesparte Oeffnung und sucht nun mit einem hakenförmigen Instrumente die Eisenstücke so zu wenden, und je nach dem größeren oder geringeren Hitzgrade so anzuordnen, daß das Eisen, ohne eigentlich zum Schmelzen zu kommen, eine möglichst gleichförmige teigige Beschaffenheit annimmt. Die Hitze muß nun ein wenig gemindert werden, um das Eisen zu verhindern, in Fluß zu kommen, zu welchem Ende die Klappe auf dem Schornstein zugemacht, das Feuer zum Theil von dem Roste entfernt und nöthigenfalls selbst etwas Wasser auf das halbflüssige Eisen gesprengt wird. Nunmehr beginnt das eigentliche Puddeln. Der Arbeiter sucht nämlich das breiartige Eisen über den Herd auszubreiten und arbeitet es beständig durch, um stets neue Oberflächen mit der Luft in Berührung zu bringen. Das Eisen schwillt hierbei durch Entwicklung von Kohlenoxydgas auf, das seinerseits, sobald

es das Eisen durchbricht, in Gestalt kleiner Flämmchen abbrennt, so daß oft die ganze Eisenmasse in Brand zu stehen scheint. In dem Maße, wie das Eisen seinen Kohlengehalt hierbei verliert, nimmt es an Strengflüssigkeit zu, es wird in der Sprache der Eisenarbeiter trockner, allmälig vermindert sich die Entwicklung von Kohlenoxydgas und hört endlich ganz auf. Während dem wird das Eisen beständig durchgearbeitet und umgewandt, bis es fast in ein sandartiges Pulver verwandelt ist. Wenn dieser Punkt erreicht ist, wird das Feuer wieder verstärkt und die Klappe auf dem Schornstein geöffnet. Bei steigender Temperatur nimmt das Eisen jetzt wieder eine zähe Beschaffenheit an und backt oder schweißt sich zu einer klümprigen Masse zusammen, wo dann der Prozeß beendigt ist.

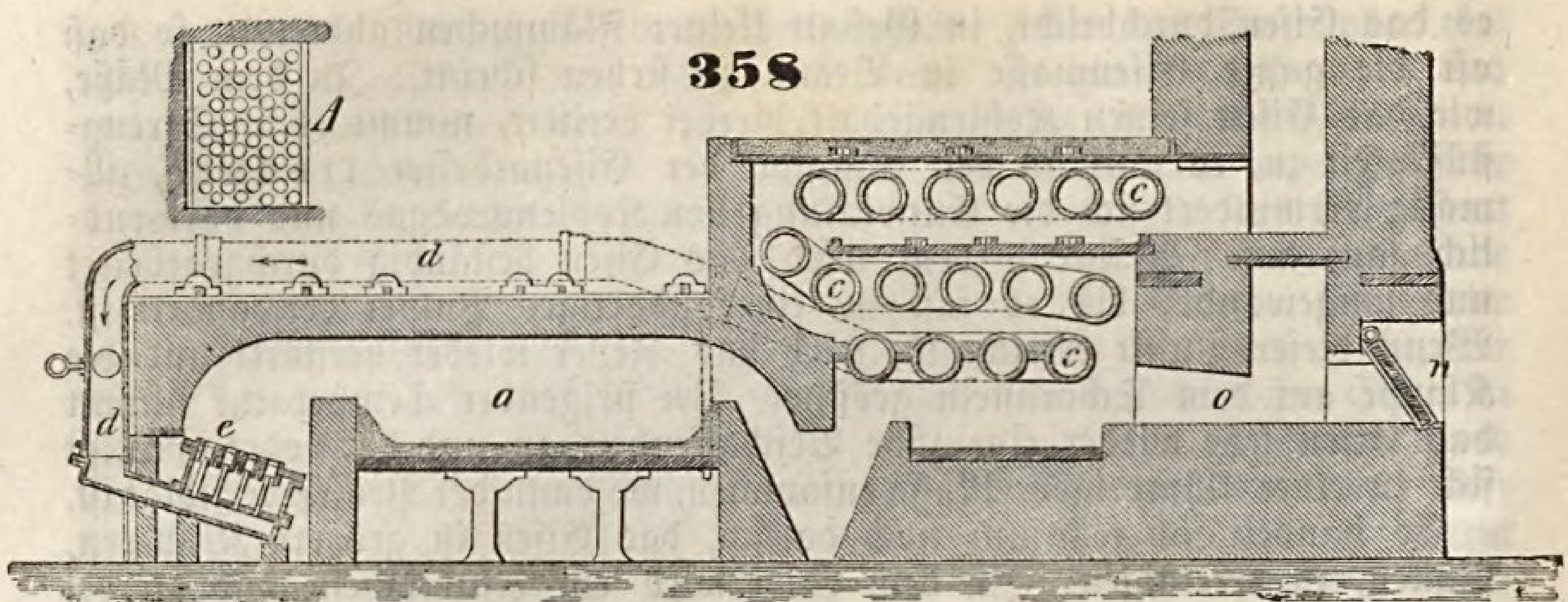
Es handelt sich jetzt nur noch darum, das Eisen in größere Klumpen, Ballen, zu vereinigen. Zu dem Ende wird ein Klümpchen, das hierbei gleichsam als Kern dient, auf der weichen Masse hin- und hergerollt, so daß es sich durch Anhäufung von Eisen mehr und mehr vergrößert, bis ein Ballen von 60 bis 70 Pfund entstanden ist. Dieser wird mit einer vorher heißgemachten Stange nach der heißesten Stelle des Herdes in der Nähe der Feuerbrücke gebracht, um hier noch weicher zu werden, mit Gewalt zusammengedrückt, damit sich die Schlacke möglichst herausquetsche. Wenn nach ungefähr 20 Minuten alles Eisen in Ballen formirt ist, wird auch das Arbeitsloch geschlossen, damit die Hitze ihren höchsten Punkt erreiche, und die Theile des Eisens sich noch inniger und vollständiger verbinden. Die Ballen werden nun einzeln mittelst einer großen Zange aus dem Ofen gezogen und so schnell wie möglich unter dem Hammer oder der Presse, zuweilen auch direkt zwischen Walzen, gezängt.

Der ganze Prozeß des Puddelns dauert 2 bis 2½ Stunden, nämlich ¼ Stunde zum ersten Erhitzen des Feinmetalls, bis es anfängt zu schmelzen, 1 bis 1½ Stunde zum Puddeln bis zur sandigen Zertheilung, in welchem Zustande das Eisen ½ Stunde erhalten wird, endlich 20 Minuten zum Formiren der Ballen. Etwa 3½ bis 4 Ztr. Feineisen kommen zur Zeit in den Puddelofen. Der Abbrand oder vielmehr Verlust an Eisen ist je nach der Geschicklichkeit des Arbeiters sehr verschieden und beträgt bei geschickter Leitung des Prozesses nicht über 8 bis 10 Prozent, kann aber, wenn sich viel Eisen oxydirt und in die Schlacke übergeht, oder wenn das Eisen im Anfang zu flüssig wird, und in das Sand- oder Schlackenbett des Herdes einschmilzt, viel größer ausfallen. Der Steinkohlenverbrauch beträgt 1 Ton auf 1 Ton Feinmetall. Um das aus einem Hohofen und dem zugehörigen Raffinirfeuer erfolgende Eisen zu puddeln, sind 5 Puddelöfen gewöhnlicher Größe erforderlich.

Der Sand- oder Schlackenherd muß schon 12 Stunden vor Anfang der Arbeit am Montag Morgen angewärmt, am Sonnabend aber nach dem letzten Puddeln durch ein lebhaftes Feuer ganz eingeschmolzen und als flüssige Schlacke durch den Abzug abgelassen werden.

Wir lassen nun noch die Beschreibung eines mit Hohofengasen geheizten Puddelofens folgen. Fig. 358 zeigt einen solchen im vertikalen Querschnitt. Der Arbeitsraum a weicht von dem eines gewöhnlichen Puddelofens nicht im Geringsten ab, statt des Rostes ist aber eine eigenthümliche Vorrichtung vorhanden, durch welche erhitzte atmosphärische Luft durch eine Menge kleiner Röhren oder Düsen inmitten der gleichfalls von dieser Seite in den Ofen einströmenden Hohofengase ausgeblasen wird. Die Erhitzung des durch ein Gebläse herbeigeführten Windes erfolgt durch ein System schlangenförmig gebogener Röhren c c c, die in der Figur nur im Durchschnitt zu sehen sind, und durch die verlorne Hitze des Ofens erwärmt werden. Durch das Rohr d d gelangt die heiße Luft zu dem Düsenapparat e. Es ist dieses ein gitterförmiges

358



Röhrensystem, welches in geneigter Lage den ganzen Feuerraum des Ofens einnimmt und eine große Zahl kleiner Düsen oder Ausströmungsröhren enthält, wie der Grundriß A zeigt. Die Hohofengase gelangen von der Seite unterhalb dieses Düsensystems in den Ofen, strömen durch ringförmige Oeffnungen um die Düsen und werden hier mit dem heißen Winde gemischt und entzündet, wodurch eine sehr heiße Flamme entsteht, die erfahrungsmäßig zum Puddeln des Eisens hinreicht. Für den Fall explosionsartiger Verbrennungen, die bisweilen eintreten, ist der mit einer nach außen sich öffnenden Klappe n versehene Kanal o vorhanden.

Das Puddeln mit Hohofengasen ist jedoch mit manchen Störungen und vieler Unsicherheit des Erfolgs behaftet, so daß es nur selten Anwendung findet und man besser thut, die Gase zum Heizen der Dampfkessel zu verwenden; wir haben aber nichts destoweniger die Einrichtung beschreiben zu dürfen geglaubt, weil sie wahrscheinlich geeignet ist, zu anderen nützlichen Anwendungen der Gasheizung führen zu können. Bei sehr kräftigem Zuge des Schornsteines, und wo die Hitze nicht bis zur vollen Weißgluth steigen darf, reicht der natürliche Luftzug statt des Gebläses hin.

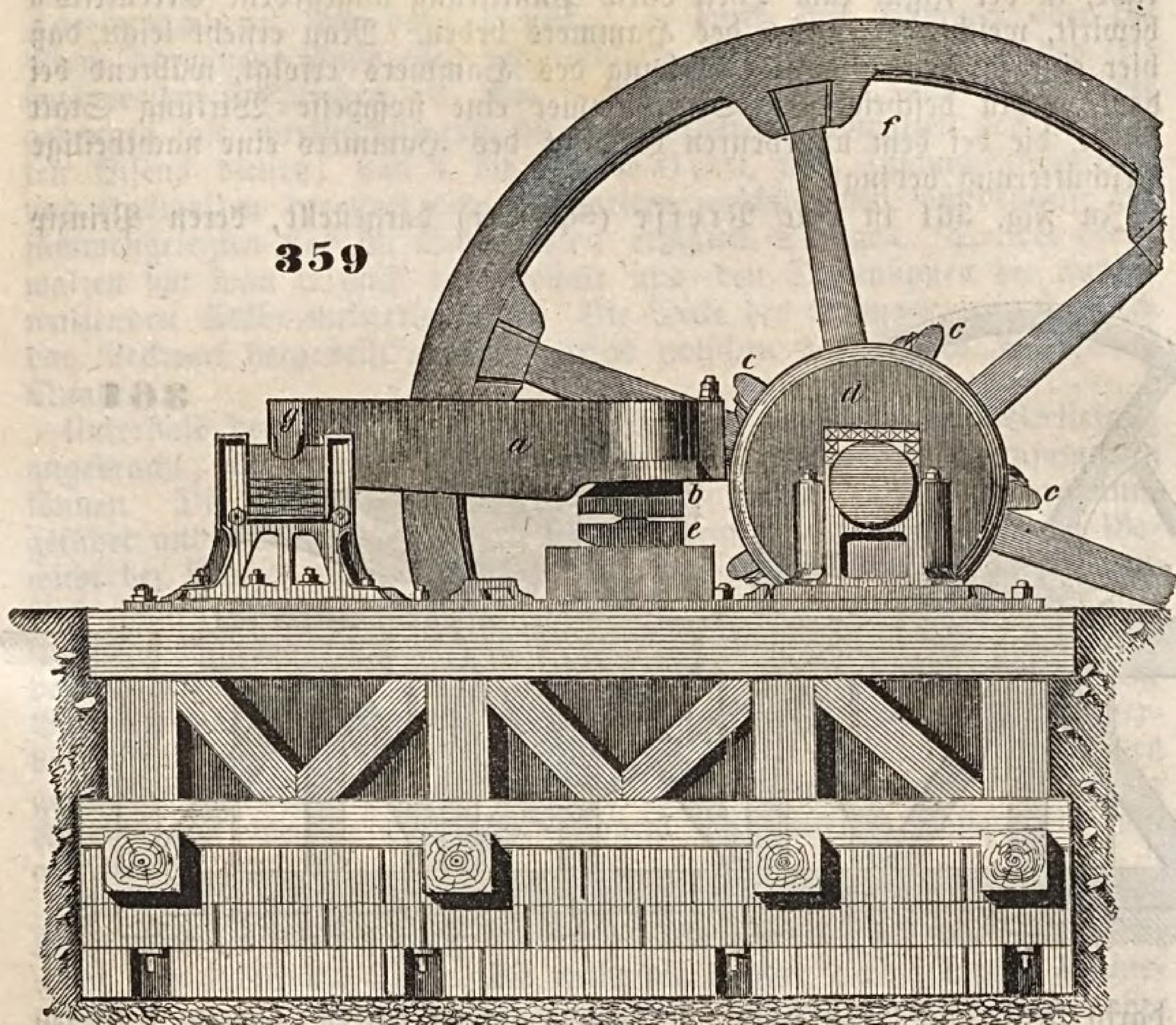
Das Zängen, d. h. erste Ausschmieden des gepuddelten Eisens, wobei die Absicht ist, die wie in einem Schwamm eingeschlossene flüssige Schlacke auszupressen und die Theile des Eisens durch Schweißung zu vereinigen, geschieht entweder unter einem schweren Hammer oder in einer Art Presse, seltener unter dem Dampfhammer. Da dieser letztere in einem besonderen Artikel beschrieben ist, so werden wir uns hier auf die ersteren beschränken können.

Der Eisenhammer für gepuddeltes Eisen unterscheidet sich von dem oben beschriebenen für Eisen, welches nach der deutschen Frischmethode bearbeitet worden, durch viel größeres Gewicht und daher auch durch massivere Konstruktion aller Theile.

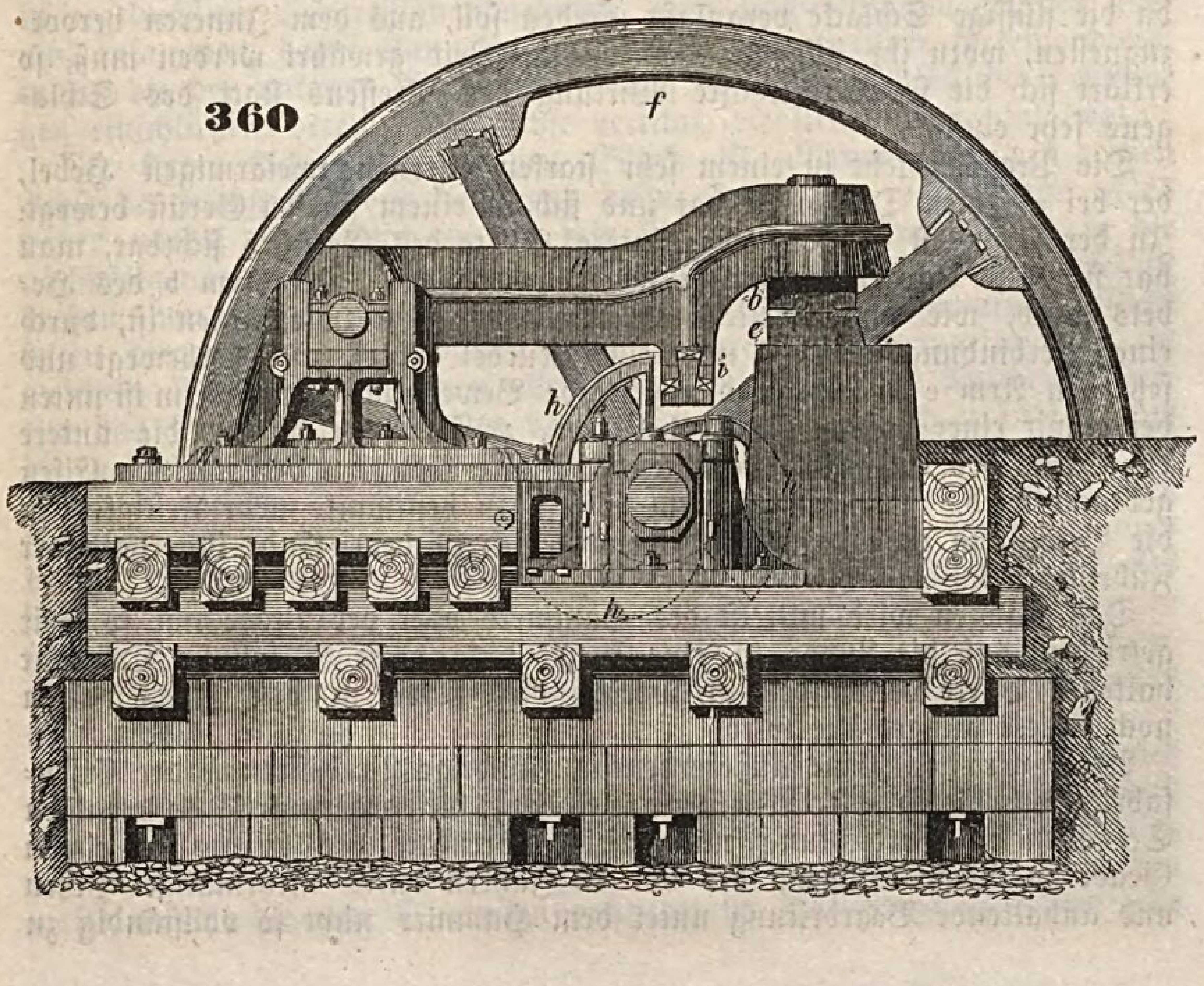
Fig. 359 zeigt einen Stirnhammer, bei welchem der Angriffspunkt zum Heben vor dem Hammerkopfe liegt. a der Helm, in welchem vorn der Hammer b eingesetzt ist. Beide Theile zusammen haben gewöhnlich ein Gewicht von 60 bis 80 Ztr. c c die Daumen oder Frösche, welche an der starken Welle d sitzen, die mit einem Schwungrade f versehen ist, und durch Wasserkraft oder häufiger durch eine Dampfmaschine gedreht wird. e der Ambos, g der auf einem durch Federn unterstützten Lager ruhende Drehpunkt.

Fig. 360 ist eine Abbildung eines Aufwerfhammers. Er unterscheidet sich von dem vorhergehenden dadurch, daß der Angriffspunkt zwischen Hammerkopf und Drehpunkt, obwohl dem ersteren näher als dem letzteren, liegt. Die Hebung wird durch drei auf der Welle befind-

359



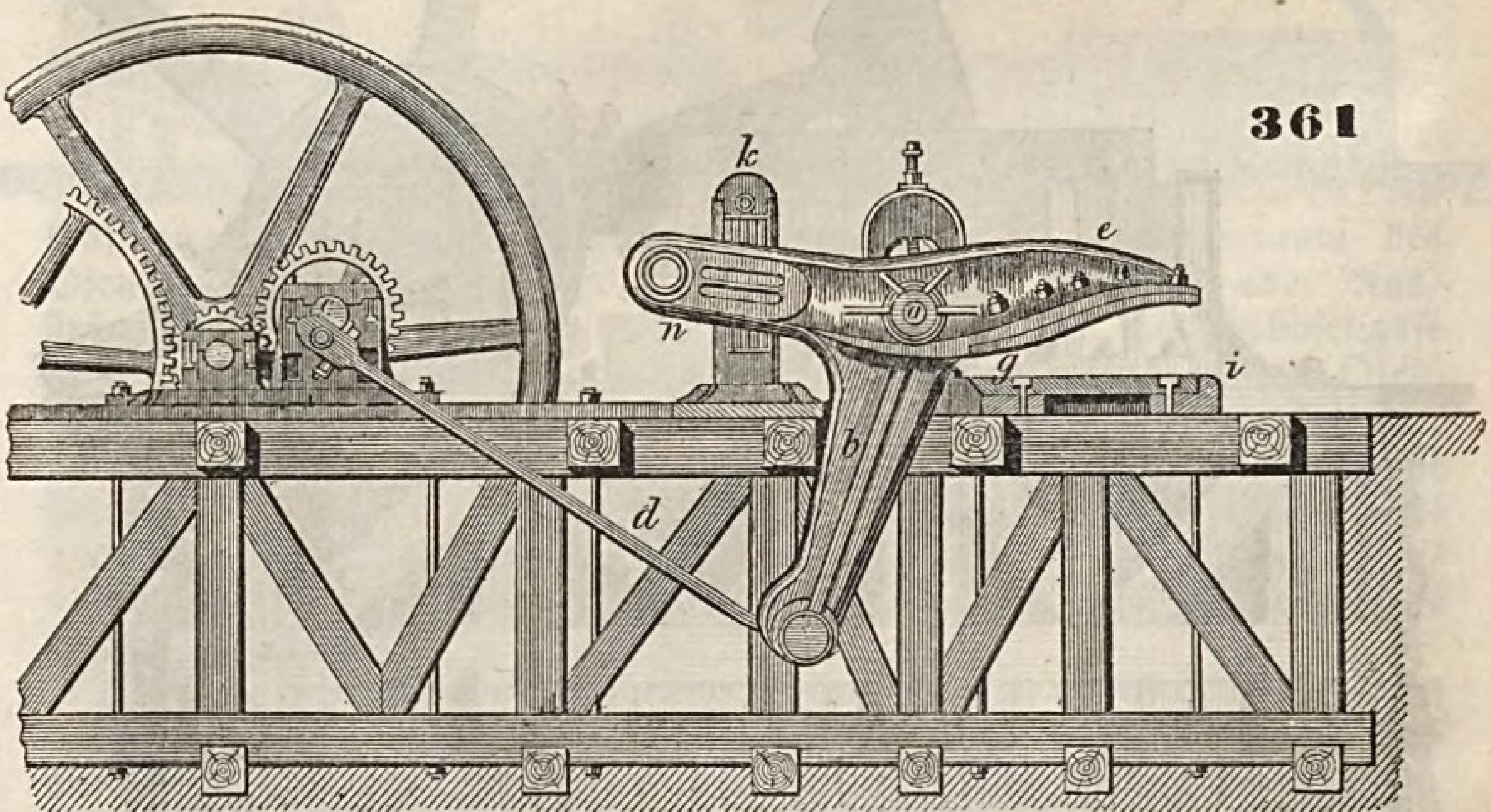
360



liche, in der Figur zum Theil durch Punktirung angegebene Excentriks h bewirkt, welche den Fuß i des Hammers heben. Man ersieht leicht, daß hier eine sanftere allmälige Hebung des Hammers erfolgt, während bei dem vorhin beschriebenen Stirnhammer eine stoßweise Wirkung Statt findet, die bei dem ungeheuren Gewicht des Hammers eine nachtheilige Erschütterung bedingt.

In Fig. 361 ist eine Presse (Squeezer) dargestellt, deren Prinzip

361



darin liegt, das Eisen nicht wie beim Hammer kurzen, obwohl kräftigen Schlägen, sondern einer bloß drückenden Einwirkung auszusetzen; denn da die flüssige Schlacke veranlaßt werden soll, aus dem Inneren hervorzuquellen, wozu ihr offenbar die nöthige Zeit gewährt werden muß, so erklärt sich die so vortheilhafte Wirkung des Pressens statt des Schlagens sehr einfach.

Die Presse besteht in einem sehr starken eisernen zweiarmigen Hebel, der bei a seinen Drehpunkt hat und sich in einem starken Gerüst bewegt. In der Figur ist nur die eine hintere Hälfte des Gerüstes sichtbar, man hat sich also eine zweite gleiche davon zu denken. Der Arm b des Hebels wird, wie ohne weitere Beschreibung leicht zu erkennen ist, durch eine Verbindungsstange d und eine Kurbel c hin- und herbewegt und setzt den Arm e in auf- und abgehende Bewegung. Dieser Arm ist unten bei g mit einer breiten Platte bekleidet, zwischen welche und die untere die Stelle des Ambosses vertretende Platte i das zu behandelnde Eisen gebracht wird. Der hintere Arm n ist dazu bestimmt, mehr Festigkeit in die Bewegung zu bringen und bewegt sich zu dem Ende innerhalb der Führungen k.

Das Zängen wird mittelst des Hammers oder der Presse nur so weit getrieben, daß die Luppe in eine kurze, dicke, etwa 5 Zoll im Quadrat haltende Barre verwandelt ist, worauf diese sofort in den Zängewalzen noch weiter ausgewalzt wird.

Walzwerke. Eine außerordentlich wichtige Verbesserung der Eisenfabrikation bieten die Walzwerke dar, die gegenwärtig in wenigen Sekunden die Verdichtung und fasrige Struktur des Eisens in einem Grade zu Wege bringen, der vor 40 Jahren durch mehrmalige Hitzen und anhaltende Bearbeitung unter dem Hammer nicht so vollständig zu

erzielen war. Man kann die Walzwerke in drei Arten abtheilen: 1. Die Zängewalzen, die dazu dienen, das durch den Hammer oder die Presse begonnene Auspressen der Schlacke und die Schweißung des Eisens weiter fortzusetzen. 2. Die Präparirwalzen, mit den vorhergehenden fast übereinstimmend, die zum weiteren Auswalzen des gezängten Eisens dienen, und 3. die Reckwalzen, zum Zusammenschweißen und Auswalzen der nach dem Präpariren zerschnittenen, bündelweise zusammengelegten und im Schweißofen erhitzten Stangen. Solcher Reckwalzen hat man je nach der Gestalt und den Dimensionen der auszuwalzenden Stäbe mehrerlei Arten. Die Dicke der Stangen, wie sie durch das Reckwerk hergestellt werden, variirt zwischen 2 Zoll und $\frac{1}{6}$ Zoll im Quadrat.

Unterhalb der Walzen ist gewöhnlich eine grabenförmige Vertiefung angebracht, in welcher sich Schlacken und Hammerschlag ansammeln können. Die Seitenwände dieses Grabens werden aus Quadern ausgeführt und bekommen ein starkes Fundament, um dem ungeheuren Gewicht der Walzen und Walzgerüste die nöthige Unterstützung darzubieten. Auf einigen Werken dagegen bestehen die Seitenwände des Grabens aus starken hölzernen Balken, auf welche die Walzgerüste mit Schraubenbolzen befestigt sind. Besser noch als hölzerne, haben sich gußeiserne Balken bewährt, nicht allein, weil sich die Gerüste fester mit ihnen verbinden lassen, sondern weil sie durch ihre Schwere fester liegen, und den gewaltsamen Erschütterungen beim Walzen weniger nachgeben. Bei der Arbeit selbst werden die Walzen durch aufgeleitetes Wasser stets kühl gehalten.

Die Zängewalzen sind gewöhnlich mit Einschluß der Zapfen 7 Fuß lang, ohne dieselben 5 Fuß, bei einer Dicke von 18 Zoll und einem Gewicht von 4 bis 4½ Tons. Sie enthalten 5 oder 7 ringförmige Kannelirungen oder vertiefte Furchen von halb elliptischem Querschnitt, aber verschiedener Breite und Tiefe, die von der breitesten bis zur schmalsten in regelmäßiger Progression abnehmen. Zwei solche Walzen gehören allemal zusammen, deren Kannelirungen genau mit einander korrespondiren, indem die der unteren Walze mit denen der oberen elliptische Oeffnungen einschließen, deren große Achse vertikal, die kleine horizontal liegt.

Die kleine Achse einer solchen Ellipse ist allemal gleich der großen Achse der nächstfolgenden kleineren; beim Auswalzen des Eisens ist es daher nöthig, die Stangen, so wie sie von einer Kannelirung in die nächstfolgende engere übergehen, jedes Mal um einen rechten Winkel zu drehen, um sie so nach und nach immer dünner auszuwalzen. Nicht selten dienen die Zängewalzen auch zugleich als Präparirwalzen, in welchem Falle sie neben den elliptischen auch rechteckige Furchen haben. Um das Eisen fester zu packen und zwischen sich hindurch zu führen, sind die gröberen Kannelirungen gewöhnlich rauh gehauen. Genau in der Höhe, in welcher sich das Eisen beim Hindurchgehen durch die Walzen befindet, sind zu beiden Seiten des Walzwerks eiserne Platten angebracht, die auf eisernen Schienen ruhen und den Stangen während des Auswalzens zur Unterlage dienen, zugleich auch die Fragmente von schlecht geschweißtem Eisen aufnehmen, die bei der Arbeit sich ablösen. Statt dieser Platten sind auch wohl starke, an Ketten hängende Haken gebräuchlich.

Das zuerst mittelst der ovalen Kannelirungen gezängte und dadurch in kurze, dicke, unregelmäßig viereckige Stangen verwandelte Eisen wird nun sofort und noch in derselben Hitze zwischen den Präparirwalzen zu flachen, etwa 4 Zoll breiten, ½ Zoll dicken Stangen, mill-bars, ausgewalzt, womit die erste Operation vollendet ist. Die ganze Prozedur geht

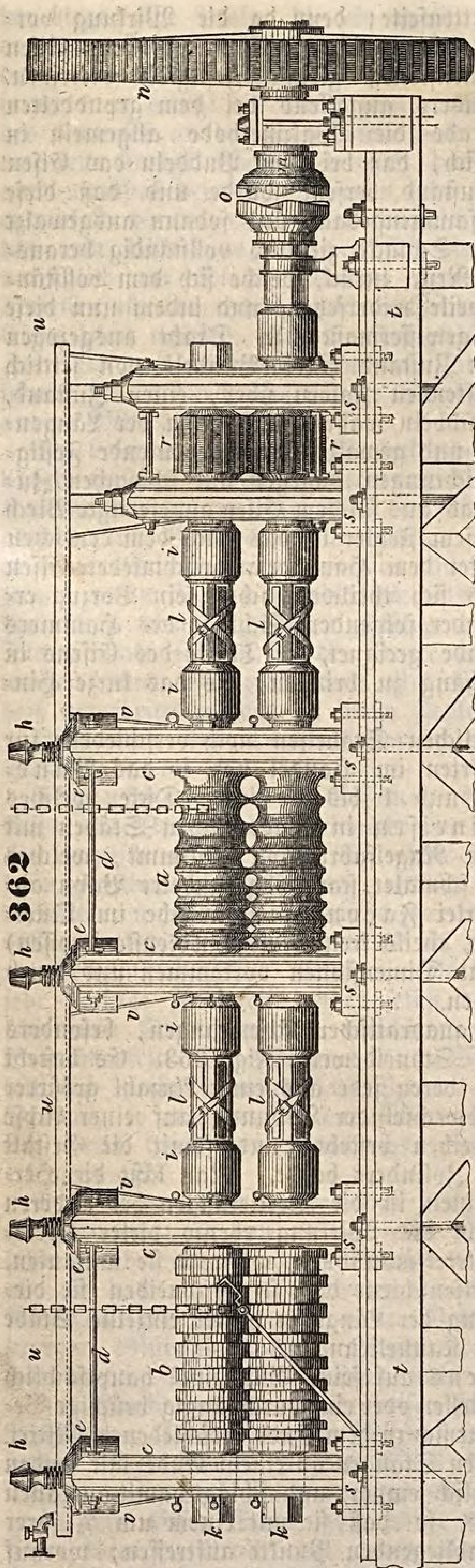
mit außerordentlicher Geschwindigkeit von Statten; die Walzen machen in der Minute 50 bis 60 Drehungen, so daß eine Barre von 3 Fuß Länge in weniger als einer Sekunde durch die Walzen geht; indem sie sich allmälig reckt und länger wird, wächst auch die zum Durchpassiren durch die Walze nöthige Zeit, aber selbst gegen das Ende der Operation, wo ihre Länge vielleicht auf 16 Fuß angewachsen ist, bleibt sie nur 3 bis 4 Sekunden unter den Walzen. Sobald die an der rechten Seite zwischen die Walzen gesteckte Barre an der linken Seite zum Vorschein kommt, wird sie von mehreren Arbeitern mit Zangen in Empfang genommen, und von ihnen, sobald sie ganz hindurch ist, über der oberen Walze zurückgeschoben, von den an der rechten Seite postirten Arbeitern ergriffen, ganz herübergezogen und sogleich wieder zwischen die Walzen gebracht. Alles dieses muß mit solcher Schnelligkeit ausgeführt werden, daß das Eisen nach dem letzten Durchpassiren durch die Präparirwalzen sich noch in stark rothglühendem Zustande befindet.

Das so weit fertige Eisen, gewöhnlich mit Nr. 1 bezeichnet, besitzt noch wenig inneren Zusammenhang, es besteht aus einer durch unvollkommene Schweißung verbundenen, noch viel Schlacke enthaltenden, daher auch zu keinem technischen Zwecke brauchbaren Masse und macht ein nochmaliges Umschweißen und Auswalzen nöthig.

Zu diesem Ende werden die Barren nach dem Erkalten mittelst einer kolossalen, durch Dampfkraft bewegten Scheere in kurze Stücke von 2 bis 3 Fuß Länge zerschnitten, von diesen eine Anzahl, 5 oder 6, auf einander gelegt, durch umgewundenes Band- oder Schneideisen befestigt, in einem besonderen Flammofen, dem Schweißofen, zum Weißglühen gebracht und zwischen den Reckwalzen ausgewalzt. Das so gewonnene Eisen Nr. 2 ist schon weit besser als Nr. 1, indessen für den Handel im Allgemeinen noch zu schlecht, obwohl es zu grober Arbeit nicht selten angewandt wird. Man zerschneidet es abermals, unterwirft es einem nochmaligen Schweißen und Auswalzen, wodurch das zu den meisten Anwendungen taugliche Eisen Nr. 3 gewonnen wird. Selten werden Nr. 4 oder wohl gar Nr. 5 dargestellt.

Fig. 362 stellt ein Walzwerk mit Zänge- und Präparirwalzen dar, die ersteren bei a, die letzteren bei b. c c sind starke, durch Querstangen d d verbundene Gerüstständer, die sich zu beiden Seiten der Walzen erheben, und zwischen welchen die Lager für die Zapfen der unteren Walzen fest eingelegt sind, während die oberen Lager mittelst der in den Muttern e e laufenden Schrauben h h beliebig höher und niedriger gestellt werden können, um die oberen Walzen in größere oder geringere Entfernung von den unteren zu bringen. k k die an den vorspringenden Enden behufs der Kuppelung eckigen Walzenzapfen, i i Kuppelungshülsen, l l hölzerne, mittelst lederner Riemen festgeschnallte Stäbe, um die Kuppelungshülsen auseinander zu halten, m Hauptwelle, die ihre Bewegung durch ein Zahnrad n erhält, o Wellenauslösung, um das Walzwerk beliebig in Ruhe setzen zu können. Die den unteren Walzen von der Hauptwelle ertheilte Bewegung wird mittelst zweier Zahnräder r r den oberen mitgetheilt. Natürlich darf die Entfernung der oberen von den unteren Walzen eine gewisse Grenze nicht überschreiten, indem sonst die Räder außer Eingriff kommen würden. Die Sohlplatten s s der Ständer sind mit starken Schraubenbolzen auf den hölzernen oder besser gußeisernen Schwellen t t befestigt. u eine hölzerne Rinne, welche durch kupferne Röhren v v beständig Wasser nach den Zapfen leitet.

Das zum letzten Walzen bestimmte Walzwerk ist von dem Präparirwalzwerke nur durch geringere Dimensionen verschieden, indem die Walzen nur 1 Fuß Durchmesser und mit Ausschluß der Zapfen 3 Fuß Länge



362

haben. Die Kannelirungen dieser Walzen sind nach dem beabsichtigten Querschnitt der Stangen entweder rund, dreieckig, rektangulär oder bandförmig. Die dreieckigen Kannelirungen dienen zum Auswalzen von quadratischen Stäben, und bilden schwach stumpfwinklich gleichschenklige Dreiecke, so daß mithin die Kannelirungen zweier aneinander liegender Walzen zusammen einen, nur wenig von einem Quadrat abweichenden Rhombus einschließen, dessen kürzere Diagonale vertikal ist. Sollen dieselben Stangen nach und nach durch mehrere immer enger werdende Kannelirungen dieser Art passiren, so läßt man diese in der Art abnehmen, daß die größere Diagonale der nächstfolgenden mit der kleineren der vorhergehenden Kannelirung übereinstimmt, und wendet die Stangen vor dem jedesmaligen Einbringen in die nächste Kannelirung um einen Winkel von 90°, so daß der Druck abwechselnd bald von dieser, bald von jener Seite Statt findet.

Man läßt auch wohl die Stangen abwechselnd durch dreieckige und rektangulär Kannelirungen hindurchgehen. Die Abnahme der Tiefe und Breite der aufeinander folgenden Kannelirungen wird im Allgemeinen in dem Verhältniß von 16 : 11 genommen.

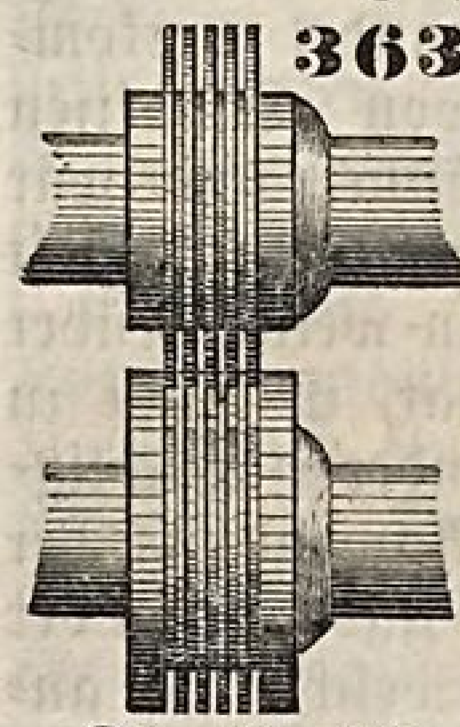
Daß in entsprechenden Walzwerken alle im Handel vorkommenden Sorten von Stabeisen dargestellt werden können, und zwar mit einer Schnelligkeit, Leichtigkeit und Genauigkeit, an welche früher nicht zu denken war, ist leicht zu ermessen. Von besonderer Wichtigkeit zeigt sich die Anwendung der Walzwerke bei der Fabrikation der Eisenbahnschienen, welche auf andere Art kaum herzustellen sein würden. Bei Anfertigung so schwerer Stücke müssen natürlich entsprechend große Pakete gemacht werden. Lokomotiv-Achsen werden nicht gewalzt, sondern gewöhnlich mit dem Dampfhammer geschmiedet.

Bei allem Vortheil des Walzens

hat dasselbe doch auch seine Schattenseite; denn da die Wirkung vornehmlich eine der Länge nach reckende ist, so kann sie dem Eisen unmöglich eine nach allen Dimensionen gleiche Festigkeit verleihen. Dieser Nachtheil tritt ganz besonders auffallend bei dem gepuddelten Eisen hervor, bei welchem gerade die Walzmethode allgemein in Anwendung ist. Man erinnere sich, daß bei dem Puddeln das Eisen in einen fast sandig körnigen Zustand versetzt wurde und daß diese Körner mit Schlacke umhüllt, zusammengeballt und sodann ausgewalzt werden. Gelingt es nun auch, die Schlacke ziemlich vollständig herauszupressen, so bleiben doch kleine Reste zurück, welche sich dem vollständigen Zusammenschweißen der Theile widersetzen, und indem nun diese Theile der Länge nach gereckt, gewissermaßen zu Draht ausgezogen werden, so geht das Ganze in den Zustand eines Bündels von seitlich nur unvollkommen aneinander haftenden Fasern über, einen Zustand, wie wir ihn ganz ähnlich beim Fischbein wahrnehmen. In der Längenrichtung hat daher das gepuddelte und gewalzte Eisen bedeutende Festigkeit und Zähigkeit, in den Seitenrichtungen dagegen nur schwachen Zusammenhang, weßhalb besonders das aus solchem Eisen angefertigte Blech sehr schlecht zu verarbeiten ist. Diesem Fehler ist das nach dem deutschen Frischverfahren dargestellte und unter dem Hammer ausgeschmiedete Eisen viel weniger unterworfen, woraus sich theilweise schon sein Vorzug erklärt. Die vielen schnell auf einander folgenden Schläge des Hammers sind offenbar in weit höherem Grade geeignet, die Theile des Eisens in innigen gleichmäßigen Zusammenhang zu bringen, als das kurze Hindurchlaufen zwischen zwei Walzen.

Es kommen außer dem gewöhnlichen Stabeisen noch verschiedene für spezielle Zwecke bestimmte Eisensorten im Handel vor, so das Bandeisen von $^{3}/_{4}$ bis 2 Zoll Breite und 1 bis 2 Linien Dicke, welches gewalzt, das Kraus- oder Zaineisen in quadratischen Stäben mit tief eingekerbten Seitenflächen zur Nagelfabrikation bestimmt, welches unter einem Schwanzhammer mit schmaler, stark abgerundeter Bahn angefertigt wird, sodann die mancherlei Façoneisen, welche im Querschnitt theils rund, theils halbrund, theils kreuzförmig (zu Fenstersprossen) und in vielen andern Gestalten und Dimensionen vorkommen und durch entsprechende Walzen erzeugt werden.

Zur Anfertigung ganz dünner quadratischer Eisenstangen, besonders für die Nagelschmiede, dient das Schneidewerk; Fig. 363. Es besteht


363

aus zwei Walzen, deren jede aus einer Anzahl größerer und kleinerer, in abwechselnder Ordnung auf einer Achse befestigter Stahlscheiben besteht, und somit die Gestalt eines tiefgefurchten Zylinders besitzt. Man läßt die Hervorragungen der einen in die Vertiefungen der anderen eingreifen, wodurch die Wirkung ebenso vieler Kreisscheeren entsteht. Bietet man ihnen, während sie umlaufen, eine breite flache Eisenschiene dar, so zerschneiden sie dieselbe in der Richtung der Länge in lauter einzelne Stäbe von der Breite der Kannelirungen.

Die Prüfung des Stabeisens auf seine Güte muß hauptsächlich dahin gerichtet sein, etwaige Fehlstellen oder eine durchgängig brüchige Beschaffenheit zu erkennen. Man bedient sich zu dem Ende verschiedener Mittel. So z. B. faßt man die zu prüfenden Stangen an einem Ende mit beiden Händen, hebt sie so hoch wie möglich empor, und schlägt damit aus allen Kräften auf einen schmalen Ambos, so daß sie mit einem um $^{1}/_{3}$ ihrer Länge von dem äußersten Ende abliegenden Punkte auftreffen, worauf man sie dann noch wohl mehrere Male an demselben Punkte hin und

her biegt; eine Probe, die ein gutes, zähes Eisen ertragen muß. Oder man legt sie mit beiden Enden auf feste Unterlagen, in der Mitte aber hohl, und schlägt anhaltend mit einem schweren Hammer darauf; oder ferner man bringt ein Stück zum Glühen, hämmert es über den Rand des Amboses an derselben Stelle bald rechts, bald links rechtwinklig um, eine sehr strenge Probe, die z. B. das treffliche Dannemora-Eisen, aber auch manches deutsche Stabeisen, sehr gut erträgt. Das schwedische Eisen entwickelt hierbei einen eigenthümlich phosphorartigen Geruch; ebenso das von Ulverstone, welches sich eben so wie das schwedische Eisen vorzüglich zur Stahlfabrikation eignet. Auch das Ausschmieden von Hufeisen ist eine recht brauchbare Probe, insofern sich hierbei ein brüchiges Eisen leicht verräth. Um die Festigkeit, d. h. den Widerstand gegen das Zerreißen zu bestimmen, läßt man Stäbe von genau bestimmtem Querschnitt, sei es durch angehängte Gewichte, durch Hebelvorrichtungen oder andere Mittel zerreißen.

Ein besonders wichtiges Produkt der Eisenfabrikation ist das Eisenblech, welches in den verschiedenen Dicken, von der Dünne einer feinen Kartenpappe bis zu einer Dicke von fast 1 Zoll, zwischen genau zylindrisch abgedrehten Blechwalzen angefertigt wird. Feinere Blechsorten, welche zu feinen Arbeiten dienen müssen und gewöhnlich kalt verarbeitet werden, zeigen, wenn sie aus gepuddeltem und gewalztem Eisen gefertigt worden, den schon oben erwähnten Fehler ungleicher Festigkeit in verschiedenen Dimensionen, so daß sie, der Breite nach, oft kaum rechtwinklich gebogen werden können, ohne zu brechen. Bei sehr starken Blechen, welche gewöhnlich heiß verarbeitet werden, ist dieser Fehler weniger störend.

Hinsichtlich der Drahtfabrikation verweisen wir auf den Artikel Drahtziehen.

Eigenschaften des Eisens. Wir werden im Folgenden unter Eisen das Stab- oder Schmiedeeisen verstehen, obgleich dieses wohl nie ein chemisch reines Eisen ist. Eine sehr kleine Menge von Kohle, die beim Frischprozeß zurückblieb, enthält es jederzeit, und muß es sogar enthalten, um die für technische Zwecke nöthige Festigkeit zu besitzen. Ein völlig entkohltes Eisen, wie es bei fehlerhafter Behandlung vorkommt, verbranntes Eisen, besitzt ein blättriges Gefüge und in Folge davon sehr geringe Festigkeit. Aber selbst der geringe Kohlegehalt ist in verschiedenen Stabeisensorten verschieden und von großem Einfluß auf ihre Brauchbarkeit. Die Menge des im Stabeisen vorhandenen Kohlenstoffes hält sich meistens unter 0,25 Prozent. Steigt er höher, bis 0,5 oder 0,6 Prozent, so nähert sich das Eisen dem Stahl (hartes Eisen), was sich theils durch den feinkörnigen Bruch, theils durch größere Härte zu erkennen gibt.

Das Eisen besitzt die bekannte hellgraue Farbe, ein spez. Gew. = 7,6, ist geschmeidig, so daß es sich selbst kalt hämmern und zu Draht ziehen läßt. Hierbei nimmt es an Dichtigkeit und Härte zu, an Geschmeidigkeit ab, so daß es bei fortgesetztem Hämmern endlich rissig wird. Durch Ausglühen kommt die volle Weichheit und Geschmeidigkeit wieder hervor. Glühend in kaltes Wasser getaucht, wird es, mit Ausnahme des sehr harten, stahlartigen Eisens, nicht gehärtet.

Im Bruche zeigt das Stabeisen so auffallende Unterschiede, daß der Nichtkenner kaum glauben sollte, ein und dasselbe Metall vor sich zu haben. Der Bruch ist zum Theil körnig, zum Theil sehnig, oder fasrig; das erstere findet vorzugsweise bei gehämmertem, das letztere bei gewalztem Eisen Statt, doch findet man nicht selten auch bei gewalztem Eisen körnigen Bruch, der dann aber ein Zeichen von unvollkommener Bearbeitung ist, sowie bei gehämmertem Eisen sehnigen Bruch, der dann

als Kennzeichen eines sehr guten, zähen Eisens angesehen werden kann. Das durch anhaltendes Recken unter dem Hammer bei gehöriger Hitze entstandene sehnige Gefüge verträgt sich vollkommen gut mit innerer Festigkeit, indem die Fasern seitlich fast mit derselben Kraft aneinander hängen, welche sie in der Längenrichtung besitzen. Die Bruchfläche eines solchen Eisens zeigt eine glänzend hellgraue Farbe. Dagegen bemerkt man an der Bruchfläche des gepuddelten und gewalzten Eisens ein fasriges Gefüge von dunkelgrauer Farbe, weil die Fasern aus der oben angegebenen Ursache fast als einzelne mit einer feinen Schlackenschicht überzogene Drähte neben einander liegen.

Der sehnige Bruch, als solcher, liefert daher keinen Beweis für die Güte des Eisens, wie denn bekanntlich das englische Eisen trotz seines sehnigen Gefüges nur von mittelmäßiger, selbst schlechter Qualität ist.

Nicht minder groß sind die Unterschiede im körnigen Gefüge. Je kleiner das Korn, um so kohlehaltiger, stahlartiger das Eisen, wogegen ein grobes, blättriges Korn ein schlechtes, brüchiges Eisen verräth. Zeigen sich in demselben Stücke abwechselnd grobkörnige und sehnige Partien, so ist das Eisen roh, d. h. schlecht gefrischt und unvollkommen bearbeitet. Sehr auffallend bemerkt man diesen Fehler beim Walzeisen Nr. 1.

Die Geschmeidigkeit des Eisens wächst mit zunehmender Hitze, und zum starken Glühen gebracht ist es leicht zu schmieden. Rothbrüchig wird das Eisen genannt, welches, obwohl in der Weißglühhitze gut zu schmieden, doch bei der Rothglühhitze leicht Risse an den Kanten bekommt. Die Ursache dieses Fehlers liegt gewöhnlich in einem äußerst geringen Gehalt an Schwefel. Kaltbrüchig nennt man es, wenn es, obgleich gut schweißbar, in der Kälte beim Hämmern leicht zerspringt. Die Ursache des Kaltbruches liegt in einem Phosphorgehalt, der übrigens schon ziemlich bedeutend sein, sich auf etwa ½ Prozent belaufen muß, um diesen Fehler zu veranlassen.

Der Schmelzpunkt des Stabeisens liegt so hoch, daß es im gewöhnlichen Ofenfeuer nicht geschmolzen werden kann, und nur in sehr stark wirkenden Gebläseöfen ist es bisher gelungen, es in ganz kleinen Quantitäten zu schmelzen, weßhalb denn auch weiches Eisen nie gegossen wird.

Zum Weißglühen erhitzt, wird es so weich, daß zwei Stücke aneinander gelegt und gehämmert sich zu einem Stück vereinigen, das Schweißen des Eisens. Durch diese glückliche Eigenschaft wird der Mangel der Schmelzbarkeit ziemlich aufgewogen, wie denn auch das Zusammenschweißen mehrerer Stücke das einzige Mittel ist, um Eisen in größeren Massen darzustellen. Da sich das Eisen, sobald es zum Glühen erhitzt wird, oberflächlich oxydirt und mit Oxyduloxyd (Hammerschlag) bekleidet, so würde sich dieses beim Schweißen der Vereinigung der Flächen des Eisens entgegensetzen. Um es fortzuschaffen, bedient man sich eines eben so einfachen wie leicht ausführbaren chemischen Mittels. Man bestreut die zur Schweißhitze gebrachten Stücke mit Sand, welcher, mit dem Eisenoxyduloxyd eine chemische Verbindung bildend, damit zu einer flüssigen Schlacke zusammenschmilzt, die sich unter den Hammerschlägen aus der Fuge herausquetscht und die Flächen des Eisens zur rein metallischen Berührung kommen läßt. Statt des Sandes wird bei feineren Arbeiten, z. B. beim Schweißen der Gewehrläufe Lehm, ja bei sehr feinen Sachen wohl Borax angewandt. Das Schweißen gelingt nur dann gut, wenn sich die Stücke in hellem Weißglühen befinden, weßhalb das Hämmern so schnell wie möglich ausgeführt werden muß.

Die absolute Festigkeit des Stabeisens hängt sehr von der Bearbeitung

ab, doch ist sie jedenfalls sehr groß und wird im Mittel zu 60000 Pfd. pro Quadratzoll Durchschnittsfläche angenommen; obgleich sie z. B. bei dünnem Eisendrahte bis auf 130000 steigt.

Mit reiner trockner Luft in Berührung hält sich das Eisen unverändert; an feuchter, besonders aber mit sauren Dämpfen, ja selbst schon mit Kohlensäure beladener Luft oxydirt es sich leicht und überzieht sich mit Rost, Eisenoxydhydrat. Nicht minder führt die kleinste Menge einer Salzauflösung, schon die Berührung der nackten Finger in Folge des ihnen anhaftenden Schweißes, das Rosten herbei. Der bekannte Eisenkitt, (m. s. Kitt), beruht auf dem schnellen Rosten von Eisenfeilspänen durch Zusatz einer kleinen Menge Salmiak.

Mittel, um Eisen vor dem Rosten zu schützen, bestehen bei fein ausgearbeiteten Gegenständen im Einfetten der Oberfläche durch Einreiben einer sehr kleinen Menge Baumöl oder Kammfett mittelst eines Läppchens von weichem Leder, oder im Einwickeln in geöltes Papier nebst einer Portion fein gekörnten Zinkes; wirksam ist eine Verzinkung der Oberfläche, galvanisirtes Eisen. Nachdem die fertig gearbeiteten Stücke durch Beizen in einer Mischung von 9 Theilen Wasser, 1 Theil Schwefelsäure und ein wenig Holztheer, Steinkohlentheer oder Theeröl von dem anhängenden Glühspan oder Zunder gereinigt, und in Wasser abgespült sind, taucht man sie in eine Auflösung von Zinkchlorid (salzsaurem Zink) und etwas Salmiak, trocknet sie in der Wärme, taucht sie sodann auf kurze Zeit in geschmolzenes Zink und wischt sie nach dem Herausziehen schnell mit Heede ab. Das so galvanisirte Eisen rostet selbst an den von Zink entblößten Stellen nicht, weil in Folge des elektrischen Zustandes die Affinität des Eisens zum Sauerstoff sehr geschwächt ist. Galvanisirtes Eisenblech bildet schon einen Handelsartikel und leistet zu vielen Zwecken, als Bedachungen, Einfriedungen u. dgl., die der Witterung zu trotzen haben, die vortrefflichsten Dienste.

Das Eisen ist unter den gewöhnlicheren Metallen nächst dem Zink das am meisten elektropositive, besitzt daher große Affinität zum Sauerstoff. Es löst sich in verdünnter Schwefelsäure und Salzsäure unter Entwicklung von Wasserstoff, in Salpetersäure sehr leicht unter Zersetzung derselben. Es bildet drei Oxydationsstufen: ein Oxydul, bestehend aus 1 Atom Eisen und 1 At. Sauerstoff; ein Oxyd, aus 2 At. Eisen mit 3 At. Sauerstoff, und die Eisensäure, aus 1 Eisen mit 3 Sauerstoff.

Das Oxydul ist noch nicht im reinen Zustande bekannt, es bildet aber mit dem Oxyd eine intermediaire Verbindung, die künstlich erzeugt Hammerschlag, als Mineral vorkommend Magneteisenstein genannt wird. Das Oxyd, seiner Zusammensetzung nach auch wohl Sesquioxyd genannt, ist roth, findet sich als Eisenglanz und Rotheisenstein in der Natur, kann aber auch künstlich auf mancherlei Art gewonnen werden; so u. a. bei der Bereitung der rauchenden Schwefelsäure, wobei Eisenoxyd als Nebenprodukt unter dem Namen Kolkothar oder caput mortuum gewonnen wird. Es ist unter allen Polirmitteln das beste, sowohl auf Stahl und Glas, als auch selbst auf weicheren Metallen, wie Gold und Silber, und führt zu diesem Zweck präparirt den Namen Polirroth, Englischroth; m. s. Poliren. Die Eisensäure, durch Glühen von Eisenfeilspänen mit überschüssigem Salpeter, als eisensaures Kali entstehend, ist im isolirten Zustande noch nicht bekannt, und ohne technisches Interesse.

Eisen und Kohlenstoff bilden das Stabeisen, den Stahl und das Gußeisen, drei durch unmerkliche Uebergänge an einander grenzende Verbindungen. Da wir vom Stabeisen bereits gehandelt haben, dem Stahl aber ein besonderer Artikel gewidmet ist, so bleibt uns noch das Gußeisen, dessen Darstellung im Hohofen ebenfalls schon beschrieben ist.

Das Guß- oder Roheisen kommt, wie bereits oben erwähnt, in verschiedenen Sorten vor, die sich theils in der Farbe (graues und weißes Gußeisen), theils im Gefüge, theils in dem Grade von Härte und Sprödigkeit unterscheiden.

Die allerweißeste, mit chemisch gebundenem Kohlenstoff gesättigte Roheisenart ist das Spiegeleisen, des ausgezeichneten Blätterdurchganges wegen, der beim Zerschlagen oft größere, starkglänzende Flächen zum Vorschein bringt, so genannt. Es ist ganz spröde und von solcher Härte, daß es von den besten Feilen nicht angegriffen wird. Diesem zunächst steht daß weißgahre Eisen, auf dieses folgt das schon bemerklicher sich zum grauen Roheisen hinneigende blumige Roheisen von bläulich grauer Farbe und schwach strahligem Gefüge. An dieses schließt sich zunächst das lückige Roheisen, ebenfalls bläulich grau, dabei löchrig und von scharfzackig-körniger Textur. Auf dieses folgt das grelle Roheisen, dessen Farbe schon mehr ins Graue spielt, etwas porös, dabei von ziemlich ebenem Bruche. Es bildet den Uebergang vom weißen zum grauen Roheisen, ist aber zum Bearbeiten mit der Feile, zum Bohren u. s. w. noch zu hart. Das graue, gemeine oder gahre Roheisen besitzt, wie schon oben erwähnt, eine mehr oder weniger dunkelgraue Farbe, körnigen Bruch und hinlängliche Weichheit, um sich sehr gut bearbeiten zu lassen. Geschmiedet kann es jedoch nicht werden, da es beim Glühen zwar so weich und mürbe wird, daß es sich mit einer gewöhnlichen Holzsäge leicht schneiden läßt, unter dem Hammer aber auseinander fliegt. Eine zu Gußartikeln ganz vorzüglich sich eignende Sorte ist das halbirte Roheisen, eine Mengung von grauem und weißem Roheisen, von ziemlich feinkörniger Textur und mittelgrauer Farbe, mit dunkleren, graphitreicheren, rundlichen größeren oder kleineren Flecken.

Die hier angedeuteten Unterschiede in der Textur und Farbe gelten, um dieß ausdrücklich hervorzuheben, nur für Bruchflächen, wie sie beim Zerschlagen entstehen; an geschliffenen, gefeilten oder polirten Flächen ist die Textur natürlich gar nicht, die Farbe aber auch nur unvollkommen zu unterscheiden.

Nach Karsten beträgt der Graphitgehalt in grauem Roheisen 2,57 bis 3,75 Prozent; der gesammte Kohlengehalt dagegen 3,15 bis 4,65 Proz.; also die Menge des chemisch gebundenen Kohlenstoffs 0,58 bis 0,90 Prozent. Daß dieses Verhältniß zwischen Graphit und gebundenem Kohlenstoff bei gleichbleibender Gesammtmenge je nach der Behandlung des Eisens variiren kann, ist bereits erwähnt. Je langsamer man geschmolzenes Gußeisen, selbst weißes, abkühlen läßt, um so mehr Kohlenstoff krystallisirt aus der Verbindung in Form von Graphit aus; und es kann sich auf diese Art die Menge von chemisch gebundenem Kohlenstoff so vermindern, daß sie bedeutend geringer wird, als wir sie in den meisten Stahlsorten finden. Im Schmelz- und Gußstahl fand Karsten 1,25 bis 2,3, im Zementstahl nie über 1³/₄ Prozent Kohlenstoff.

Gay-Lussac und Wilson haben die folgenden Roheisensorten analysirt, und die beistehenden Resultate erhalten, wobei jedoch nur die Gesammtkohlenmenge angegeben ist.

Roheisen.	Eisen	Kohlenstoff	Kiesel	Phosphor	Mangan	Bemerkungen.
A. Weißes.						Bei Holzkohlen-Feuerung.
Von Siegen . . .	94,338	2,690	0,230	0,162	2,590	
Von Coblenz . . .	94,654	2,441	0,230	0,185	2,490	dto.
a. d. Champagne .	96,133	2,324	0,840	0,703	Spur	dto.
Von Isére	94,687	2,636	0,260	0,280	2,137	dto.
B. Graues.						
Von Nivernais . .	95,673	2,254	1,030	1,043	Spur	dto.
Von Berry	95,573	2,319	1,920	0,188	dto.	Kokes u. Holzkohlen in Verbindung.
a. d. Champagne .	95,971	2,100	1,060	0,869	dto.	Holzkohle.
Von Creusot . . .	93,385	2,021	3,490	0,604	dto.	Kokes.
a. d. Franche Comte	95,689	2,800	1,160	0,351	dto.	dto.
Von Wales . . .	94,842	1,666	3,000	0,492	dto.	dto.
Ebendaher	95,310	2,550	1,200	0,440	dto.	dto.
Ebendaher	95,150	2,450	1,620	0,780	dto.	dto.

Karsten theilt die folgenden Resultate mehrerer Bestimmungen des Kohlengehaltes verschiedener grauer Roheisensorten mit.

Roheisen von	Chemisch gebundener Kohlenstoff	Graphit	Gesammtmenge	Bemerkungen.
Siegen, aus Brauneisenstein .	0,89	3,71	4,60	Bei Holzkohlenfeuerg.
Siegen (Widdersteiner Hütte) aus Braun- und Spatheisenstein	1,03	3,62	4,65	dto.
Malapane aus Sphärosiderit .	0,75	3,15	3,90	dto.
Königshütte aus Brauneisenstein	0,58	2,57	3,15	bei Kokes
Ebendaher bei geringerer Schmelzhitze	0,95	2,70	3,65	dto.

Das Gußeisen wird in der Glühhitze mürbe, so daß es nicht geschmiedet werden kann, um so mehr aber eignet es sich zum Gießen, vorzugsweise das graue, welches bei hinlänglicher Schmelzhitze so dünnflüssig wird, daß es die zartesten Güsse mit einer Schärfe und Reinheit gibt, wie sie kein anderes Metall liefern würde. Weißes Gußeisen ist im geschmolzenen Zustande mehr dickflüssig und zu feinen Güssen weniger geeignet.

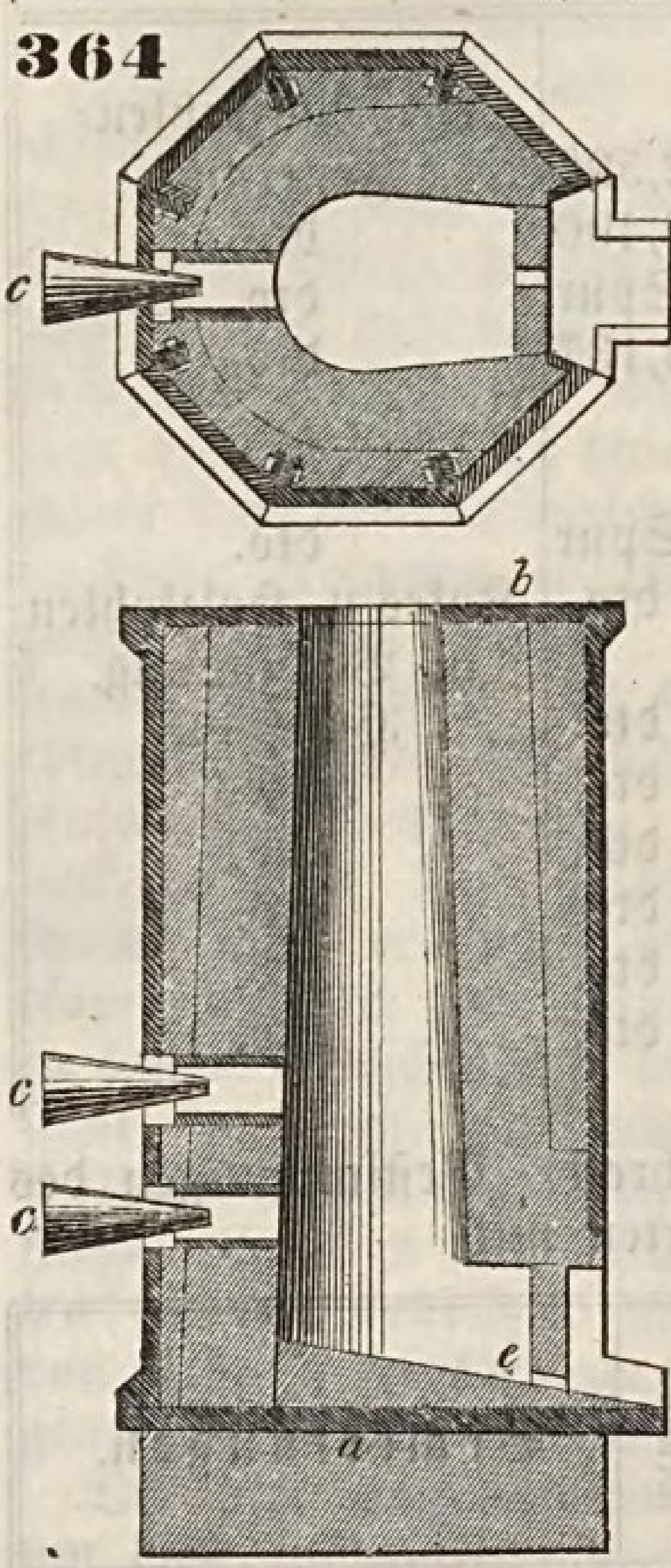
Graues Gußeisen ist weich genug, um sich vortrefflich feilen, bohren, drehen und hobeln zu lassen, wogegen die verschiedenen Sorten des weißen so hart sind, daß sie jeder mechanischen Verarbeitung trotzen.

Wenn schon häufig genug direkt aus dem Hohofen gegossen wird, so ist doch dieses Verfahren aus verschiedenen Gründen nicht empfehlenswerth, und die meisten Eisengießereien ziehen es vor, fertiges Roheisen anzukaufen, es in Kupol- oder in Flammöfen umzuschmelzen und aus diesen zu gießen.

Unter Kupolöfen versteht man niedrige Schachtöfen, in welchen mittelst eines Gebläses fertiges Roheisen mit Kokes eingeschmolzen wird.

Fig. 364 zeigt einen solchen Ofen im vertikalen und horizontalen Durchschnitt. Die auf einem gemauerten Fundament ruhende achteckige Bodenplatte a ist mit aufstehenden Rändern versehen, durch welche die zur äußeren Bekleidung des Ofens dienenden 8 Seitenplatten zusammengehalten werden. Eine zweite gleichgestaltete Platte b liegt oben. In dieser äußeren Hülle wird nun der inwendig runde Schacht in der aus der Figur sichtbaren Form aus feuerfesten Steinen gemauert. c c zwei Formen in verschiedener Höhe; bei größeren Kupolöfen werden drei, ja selbst noch mehr Formen über einander angebracht. e die Stichöffnung zum Abstechen des geschmolzenen Eisens. Die Höhe der Kupolöfen variirt zwischen 4 und 10 Fuß. Als Gebläse dient gewöhnlich ein Zentrifugalgebläse, s. d. Artikel Gebläse. Kokes und Gußeisen werden gichtweise aufgegeben, und wenn sich genug geschmolzenes Eisen im Herde befindet, wird abgestochen. Sind größere Quantitäten Eisen einzuschmelzen, so wendet man wie immer zuerst die untere Form an. Ist der Herd bis zur Höhe dieser Form mit Eisen gefüllt, so nimmt man die Düse aus der Form, füllt letztere mit Lehm, bringt die Düse in die zweite Form und fährt mit dem Schmelzen fort, bis das Eisen zur zweiten Form gestiegen ist, worauf erforderlichen Falls auch die dritte und vierte Form zur Anwendung kommt.

364



Außer den Kupolöfen bedient man sich, besonders in England, häufig der Flammöfen, deren Einrichtung nichts Besonderes darbietet, nur muß der Herd zur Aufnahme einer großen Menge Eisen die gehörige Weite und Tiefe haben.

Das früher wohl übliche Umschmelzen des Eisens in Tiegeln kommt gegenwärtig selten mehr vor.

Zum Schluß geben wir eine kurze Zusammenstellung der Produktion verschiedener Länder an Roheisen.

Preußen	im Jahre	1850		2,623,883	Ztr.
Baiern	„ „	1850	etwa	350,000	„
Sachsen	„ „	1851		40,000	„
Würtemberg	„ „	1850		158,000	„
Baden	„ „	1850		110,000	„
Kurhessen	„ „	1850		115,000	„
Großherzogthum Hessen	„ „	1847		116,624	„
Braunschweig	„ „	1850		75,000	„
Nassau	„ „	1850		250,000	„
Luxemburg	„ „	1850		131,920	„
Thüringen	„ „	1847		80,700	„
Die übrigen Gebiete des Zollvereins	„ „	1847		18,600	„
Hannover	„ „	1847		202,310	„
Oesterreich	„ „	1848		3,660,917	„
Großbritannien	„ „	1850		45,000,000	„
Belgien	„ „	1850		190,000	„

Frankreich	im Jahre 1847	11,000,000	Ztr.
Schweden	" " 1847	3,540,615	"
Rußland	" " 1830	2,282,382	"
Spanien		750,000	"
Italien		690,000	"
Norwegen		215,000	"
Schweiz		200,000	"
Dänemark		15,000	"
Portugal		6,000	"
Türkei		70,000	"

Hiernach kann die Eisenproduktion von Europa im Jahre 1850 auf 78,592,000 Ztr. angeschlagen werden.

Vereinigte Staaten von Nordamerika 1849	11,300,000	Ztr.
Also Gesammtproduktion in Europa und Amerika	89,892,000	"

Eisenbahnen, sind künstliche Straßen, die aus parallel neben einander liegenden Schienen von Eisen gebildet sind, welche den Wagenrädern zum Gleise dienen, und wodurch die den Fuhrwerken auf gewöhnlichen Straßen sich entgegenstellenden Widerstände vermindert werden.

Die ältesten künstlichen Fahrgleise, Steinbahnen von bestimmter Spurweite, sollen bereits zur leichteren Fortschaffung der mächtigen Steine beim Baue der egyptischen Pyramiden angewandt worden sein, so wie man behauptet, daß sich auch in Griechenland noch Reste derartiger Steinbahnen vorfinden sollen. Holzbahnen kennt man seit dem 15. und 16. Jahrhundert am Harze und im sächsischen Erzgebirge zum Transporte für Bergwerke und Steinbrüche, in England zum Transporte von Steinkohlen seit dem Anfange des 17. Jahrhunderts. Bereits 1649 wird von einer bei Newcastle-upon-Tyne im Betrieb befindlichen Holzbahn bestimmt angegeben, daß auf derselben ein Pferd Lasten von wenigstens 4 Chaldrons (à 53 engl. Zentner) fortzuschaffen im Stande sei *). Im Jahre 1667 ersetzte Reyold von Coalbrook Dale die hölzernen Fahrgestänge zuerst durch gußeiserne Schienen, welche von Holzschwellen oder Steinkörpern unterstützt waren, ein System, das fast bis zum Jahre 1820 beibehalten wurde, wo ein gewisser Birkenshaw ein Patent auf die Herstellung von Bahnschienen aus Schmiedeeisen erhielt. Natürlich überzeugte man sich bald von der größeren Dauerhaftigkeit, Sicherheit und leichtern Bearbeitungsfähigkeit (wie zu Weichen, Kreuzungen rc.) der aus gewalztem Eisen hergestellten Schienen, so daß zur Zeit auf allen Eisenbahnen die gußeisernen Schienen völlig verdrängt und die schmiedeeisernen Schienen in Anwendung gebracht sind und werden.

Seitdem man 1829 fahrbare Dampfmaschinen (Dampfwagen, Lokomotiven) als bewegende Kraft für Eisenbahnfuhrwerke einführte und so diese künstlichen Straßen nicht nur zum Lasten-, sondern auch zum (rascheren) Personen-Transporte brauchbar machte, hat sich schon jetzt über die meisten kultivirten Länder ein Netz von Eisenbahnen gespannt, das dem gegenwärtigen Geschlechte für alle Zeiten eine bedeutende Stellung in der Entwickelungsgeschichte der Menschheit gewähren wird.

---

*) Wir benutzen diese Gelegenheit, anzuführen, daß ein mittelstarkes Pferd bei täglich 8stündiger Arbeit mit 3 bis 3½ Fuß Geschwindigkeit pr. Sekunde folgende Lasten (brutto) zu transportiren im Stande ist:

Auf horizontaler guter Chaussée	circa	40	Zentner
" " " Holzbahn	"	220	"
" " " Eisenbahn (der Gegenwart)	"	400	"
" einem nicht zu engen Kanale	"	1000	"

Im Jahre 1851 waren bereits nachbemerkte Bahnlängen dem Betriebe übergeben:

Deutschland			914	deutsche Meilen
Großbritannien und Irland	England	1100	1498	„ „
	Schottland	290		
	Irland	108		
Belgien			104	„ „
Frankreich			420	„ „
Nord-Amerika			2200	„ „

Davon sind die theuersten (wegen der Preise des Terrains an sich und wegen Führung der Bahnen oft mitten in die bevölkertsten Städte) die englischen, indem unter andern das Baukapital für 1 deutsche Meile beträgt, bei London-Birmingham . . . . . . 1,632,480 Thaler
„ Brigthon . . . . 1,854,400 „
Great-Western . . . . 1,708,480 „
London-Blackwall . . . . 7,691,200 ! „

In Deutschland hat das höchste Baukapital die Rheinische Bahn (Köln-Achen) erfordert, nämlich 811400 Rthlr. für die deutsche Meile. Die billigste Bahn ist die hannoversche Strecke von Hildesheim nach Celle, deren Baukosten für die deutsche Meile nur 197000 Rthlr. betrugen.

Wir wenden uns nunmehr zur speziellen Beschreibung der Eisenbahnen, und geben zugleich alles das mit an, was auf Herstellung und Betrieb derselben Bezug hat.

1 Etablirung der Bahnlinie. Die Richtungslinie einer jeden Eisenbahn ist, wenn sie eine vortheilhafte genannt werden soll, einerseits dem Zwecke der Bahn an sich, kommerziellen, industriellen (vielleicht auch militärischen), geographischen und physischen Beschaffenheiten entsprechend und andererseits so anzuordnen, daß möglichst vortheilhafte Steigungs- und Krümmungsverhältnisse, so wie zweckmäßige Vertheilung der nothwendig werdenden Terrain-Einschnitte und Auffüllungen eintreten.

Was die Steigungen (Gefälle) der Bahnen anlangt, so wandte man noch in den Jahren 1830 — 1838 große Summen an, alle Steigungen über 1 : 300 (Ein Fuß Steigung auf 300 Fuß schräger Länge) zu umgeben und nahm bei 1 : 70 schon seine Zuflucht dazu, die Bahnzüge an Seilen mittelst feststehender Dampfmaschinen fortzubringen (Seilebenen zu etabliren). Jetzt hält man beim Betriebe durch freie Lokomotiven noch Steigungen von 1 : 40 für ausführbar. Eine solche Steigung (von ³/₄ Meile Länge) findet sich auf der baierischen Staatsbahn in der Nähe von Hof; in Würtemberg zwischen Geisling und Ulm auf ebenfalls ³/₄ Meile Länge eine Steigung von 1 : 45; in Oesterreich, auf der Bahn über den Semmering, Strecken von großen Längen von 1 : 45 bis 1 : 60; auf der hannoverschen Südbahn finden sich Steigungsverhältnisse von $^1/_{64}$ $^1/_{75}$ und $^1/_{100}$ ꝛc. Die im Jahre 1850 in Berlin von einer Versammlung deutscher Eisenbahntechniker aufgestellten Grundzüge für die Gestaltung der Eisenbahnen Deutschlands hat festgesetzt, daß das Längengefälle, welches die Bahnen nicht überschreiten sollen, beträgt

im flachen Lande	1 : 200
im Hügel-Lande	1 : 100
im Gebirge	1 : 40

Steilere Steigungen und Seilbetrieb sollen nur auf untergeordneten Endstationen und eben solchen Zweigbahnen gestattet werden. Zur Zeit finden sich auf dem Kontinente nur Seilebenen im Betriebe auf der Rheinischen Eisenbahn zwischen Aachen und der belgischen Grenze bei

einer Steigung von 1 : 38 und in Belgien, zwischen Lüttich und Ans, mit Steigungen von 1 : 33 $\frac{1}{3}$ und 1 : 36.

Die Ursachen, weßhalb man gegenwärtig größere Steigungen in Anwendung bringt und dennoch sogenannte Seilebenen vermeidet, liegen in dem Kostenpunkte sowohl der Herstellung als des Betriebes, so wie endlich auch in der Vervollkommnung der Lokomotiven. Nichts destoweniger bleibt der Satz richtig, daß schiefe Ebenen eine bedeutend vermehrte Zugkraft in Anspruch nehmen.

Beim Hinauffahren eines Wagenzuges längs einer schiefen Ebene vergrößert sich nämlich der Widerstand des Zuges um den so vielten Theil des Gesammtgewichtes, als die zu ersteigende Höhe von der schrägen Länge ausmacht.

Sind daher, wie Versuche gelehrt haben, zur Fortbewegung einer Tonne = 2240 Pfd. engl. auf der Horizontalen einer guten Eisenbahn 8 Pf. Zugkraft nöthig, was für einen Wagenzug von 80 Tonnen Gesammtgewicht 80 × 8 = 640 Pfd. beträgt, so muß letztere Zugkraft bei Ersteigung einer schiefen Ebene von $\frac{1}{100}$ und eines Dampfwagengewichtes von 20 Tonnen um $\frac{100}{100}$ × 2240 = 2240 größer werden oder überhaupt 2880 Pfund betragen. Auf der Horizontalebene hätte man daher mit einer solchen Kraft $\frac{2880}{8}$ = 360 Tonnen fortbewegen können.

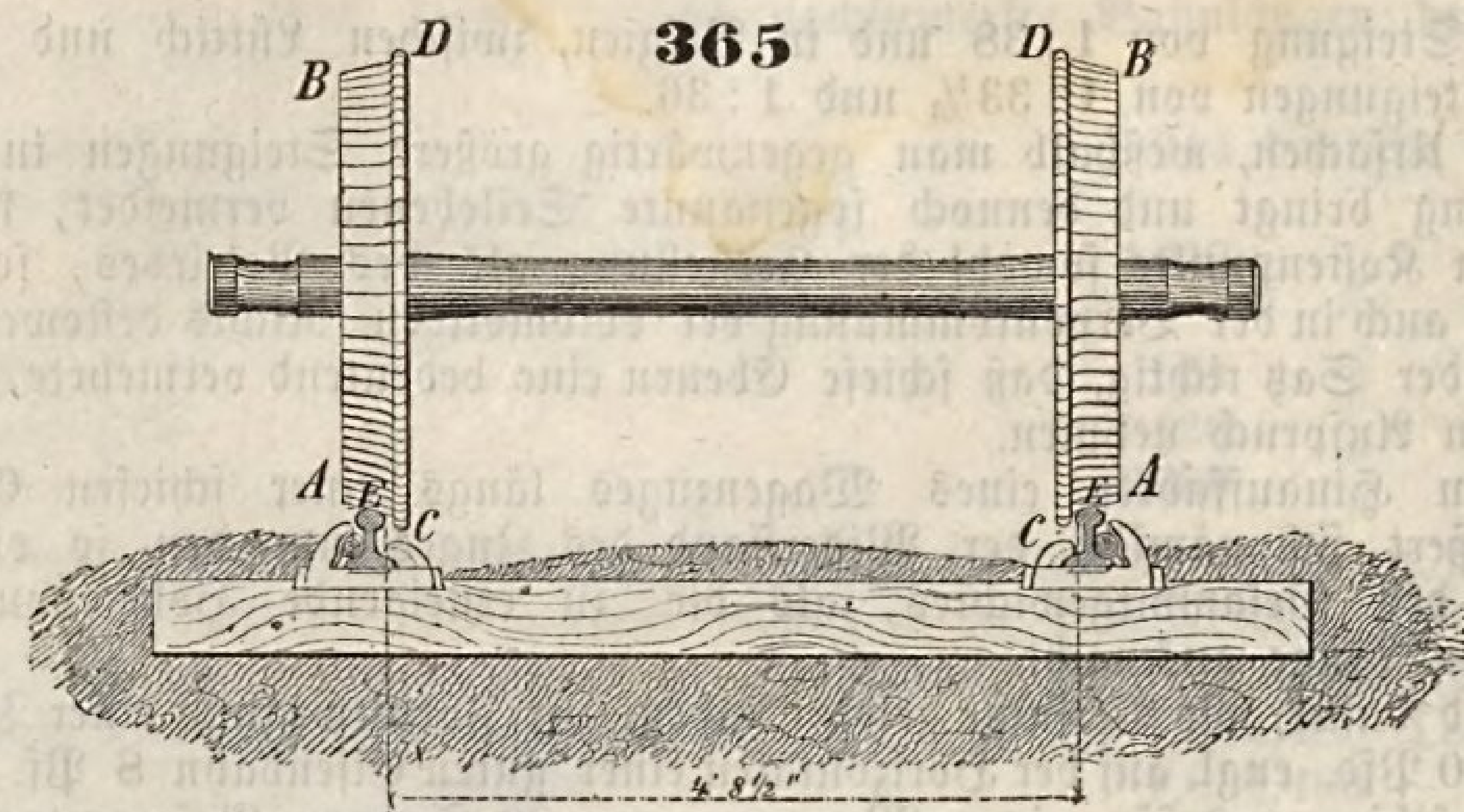
Was die Krümmungen der Bahn betrifft, so müssen dieselben, wenn anders sie nicht vermieden werden können, große Halbmesser erhalten. Bei Krümmungen mit kleinen Halbmessern ist es nämlich einleuchtend, daß das äußere von zwei an einerlei Axe befindlichen Rädern, welches auf der konveren Seite der Bahn läuft, einen größeren Bogen zurückzulegen hat, als das innere an der konkaven Seite fortgehende. Hierdurch tritt aber ein Schleifen, eine gleitende Bewegung am Umfange der Räder ein, woraus natürlich eine Vermehrung der vorhandenen Widerstände folgt. Ferner ist eine Seitenreibung an den Spurkränzen der inneren Räder zu überwinden, die ebenfalls um so größer wird, je kleiner der Krümmungs-Halbmesser der Bahn ist. Endlich erzeugt das Bestreben eines jeden bewegten Körpers, in gerader oder tangentialer Richtung fortzugehen, eine gewisse Schwungkraft, die zwar auch mit der Abnahme des Krümmungshalbmessers, aber außerdem noch mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wächst, womit die Bewegung erfolgt. Durch diese Schwungkraft entsteht nicht nur eine Vermehrung der vorgedachten Seitenreibung, sondern die Räder können auch über die Schienen springen, den Wagen aus den Gleisen bringen und wohl gar umwerfen.

Alle diese Uebelstände sucht man indeß auf mancherlei Weise zu beseitigen.

So gibt man durchgängig dem äußeren Radkranze einen Reif, der eine konische Fläche von $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{12}$ Steigung bildet, wie Fig. 365, und zwar von der Art, daß der äußere Durchmesser A, B ungefähr um 1 Zoll geringer ist als der innere C D. Bei einem Drängen der Räder nach außen laufen dann dieselben mit verschiedenen Halbmessern auf den Schienen, wodurch allerdings das vorerwähnte Gleiten zum Theil beseitigt wird. Ferner läßt man zwischen den Schienen und den Vorsprüngen oder Spurkränzen C D der Räder, letztere in geradliniger Bahnstrecke laufend angenommen, einen Spielraum C E von $\frac{3}{8}$ bis 1 Zoll, wodurch die Reibung der Räder gegen die inneren Schienenseiten vermindert wird. Zur Begegnung der vorerwähnten Schwungkraft legt man ferner in den Krümmungen der Bahn die äußeren Schienen etwas höher als die inneren, und zwar um so viel, daß das aus der konischen Form der Radfelgen entstehende Bestreben des Wagengewichtes, nach innen zu gleiten, der nach außen drängenden Schwungkraft gleich ist.

39*

365



So zweckmäßig aber auch diese Anordnungen erscheinen, erfüllen sie dennoch den Zweck durchaus nicht ganz, weßhalb Kurven möglichst zu vermeiden, oder doch die günstigsten aufzusuchen sind.

Die bereits bemerkte Versammlung deutscher Eisenbahntechniker hat sich deßhalb über folgende Sätze vereinigt.

Der Krümmungshalbmesser der Kurven soll in der Regel bei Bahnen:
im flachen Lande nicht unter 3600 Fuß
im Hügellande „ „ 2000 „
im Gebirgslande „ „ 1200 „ betragen.

Ausnahmsweise sind für Hügelland noch Halbmesser von 1200 Fuß, für Gebirgsland nur 600 Fuß zulässig.

Bei der hannoverschen Gebirgsbahn (Südbahn) kommen Kurven von 1440 Fuß (90 Ruthen) vor. Die baierische Staatsbahn über das Fichtelgebirge hat Kurven von 1000 Fuß Radius. Die obenerwähnte österreichische Bahn über den Semmering hat sogar Kurven von 600 Fuß Radius, wo also die bemerkte Grenze erreicht ist.

Was die früher erwähnte dritte Bedingung bei Etablirung einer Eisenbahnlinie, die zweckmäßige Vertheilung der Einschnitte oder Abträge und Auffüllungen, Aufträge betrifft, so sind diese wo möglich so zu wählen, daß man die letzteren aus dem Material der ersteren macht.

Wichtig ist dieß besonders dann, wenn an gewissen Stellen, wo z. B. Aufträge nöthig werden, Erdmassen zur Seite der Bahn gar nicht vorhanden sind, oder sich daselbst theure Felder, Grundstücke ꝛc. vorfinden. Unter solchen Umständen darf man oft eine gehörige Ausgleichung des Auf- und Abtrages dann nicht scheuen, wenn selbst große Transportweiten der Massen nöthig werden.

2. Unterbau. Unter dem Unterbau versteht man alle diejenigen Theile einer Bahn, welche die Schienen mit ihren Lagern, Holzschwellen oder Steinblöcken nebst der Unterbettung zu tragen haben. Es gehört sonach hierher die Konstruktion der Einschnitte und Dämme, der Durchlässe oder Brücken, Viadukte und Stollen (Tunnels).

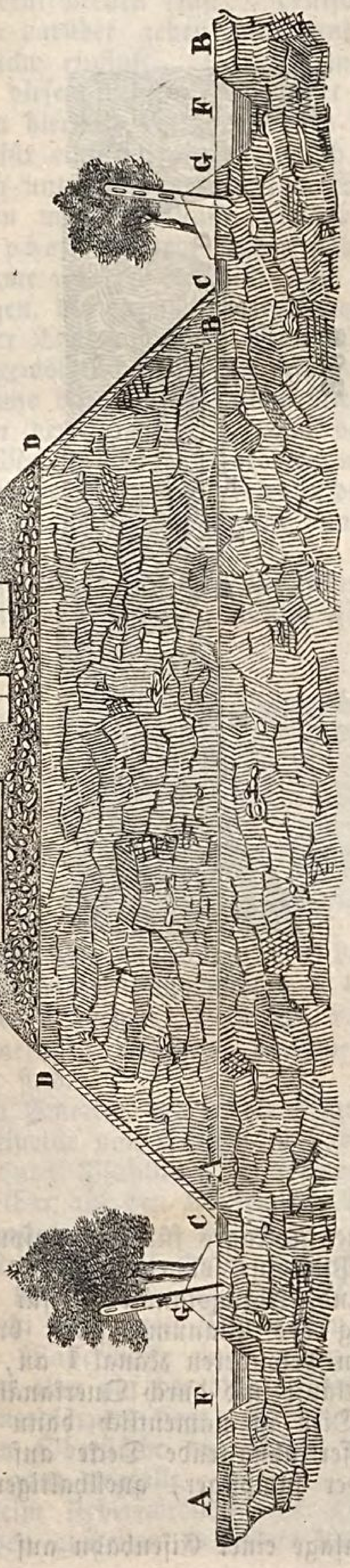
Ganz besondere Aufmerksamkeit erfordern die Aufträge. Zur Erreichung einer größtmöglichen Festigkeit für solche hat man die aufzuschüttenden Erdmassen in dünnen Schichten aufzutragen, damit das Ineinanderbringen des Materials befördert wird, auch kann man eine jede solche Auffüllung mit Walzen oder Rammen bearbeiten, so wie man ferner dabei das zu verwendende Erdreich vorher von Allem, was durch Fäulniß oder Druck ein Nachsinken veranlassen könnte, gehörig säubern sollte.

Die Dimensionen der Dämme, sowie des ganzen Unterbaues hängen besonders von zwei Rücksichten ab, nämlich davon, ob die Bahn mit einem

oder zwei Gleisen (ein- oder zweispurig) zu erbauen ist, und von der Entfernung der Schienen von einander, von der sogenannten Spurweite.

In neuester Zeit, wo man sich von der außerordentlichen Nützlichkeit der Doppelgleise überzeugt hat, erbaut man diese entweder gleich bei der ersten Herstellung der Bahn, oder richtet wenigstens den ganzen Unterbau für zwei Gleise ein.

366

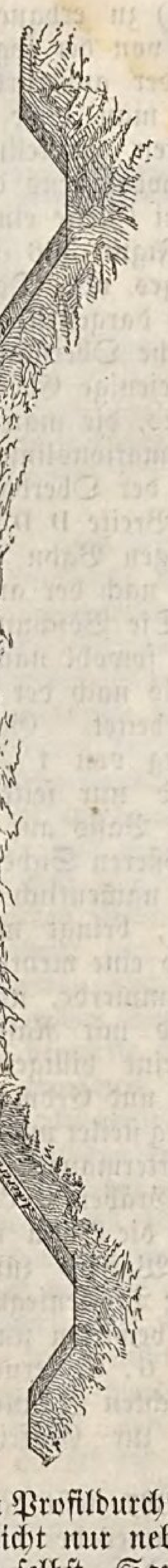


In Figur 366 ist das Profil eines Auftrages oder Dammes für ein Doppelgleis dargestellt. Hierbei ist A B die natürliche Oberfläche des Bodens, D D aber diejenige Ebene in der Höhe des Dammes, die man das Plani-Niveau, die Formationslinie der Bahn nennt und worauf der Oberbau zu liegen kommt.

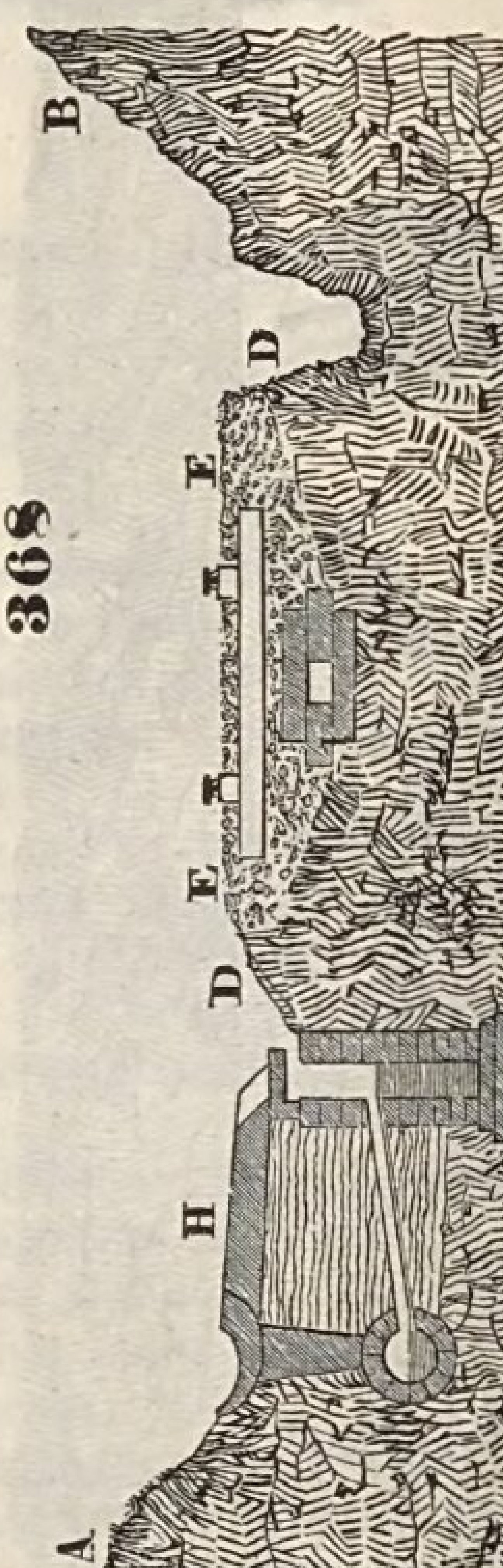
Die Breite D D variirt bei einer doppelspurigen Bahn von 26 Fuß bis 40 Fuß, je nach der anzunehmenden Spurweite. Die Böschungsanlagen C D richten sich sowohl nach der Höhe des Dammes, als nach der Bodenart, in welcher man arbeitet. Gewöhnlich reicht eine Böschung von $1\frac{1}{2}$ Basis auf 1 Höhe aus und nur selten hat man nöthig, sie zu 2 Basis auf 1 Höhe zu erweitern. Zur größeren Sicherheitsstellung der Böschung, namentlich gegen Witterungseinflüsse, bringt man auf dieselbe gewöhnlich eine mehrere Zoll hohe Schicht von Dammerde, und bedeckt diese entsprechend mit Rasen. In Gegenden, wo Steine billiger zu haben sind, als Terrain und Erdmassen, macht man die Böschung steiler und verkleidet sie gehörig mit Futtermauern und Strebepfeilern.

Die Gräben C C haben die Ableitung des auf die Bahn und Böschungen fallenden Wassers zum Zwecke, wogegen F, F die Trockenlegung des benachbarten Landes bewirken und nebst den kleinen Wällen G, G, ferner den auf letzteren angebrachten Zäunen, Hecken, Bäumen u. dgl. zur Einfriedigung der Bahn dienen.

Fig. 367 stellt das Profil eines Eisenbahndammes der hannoverschen Staatsbahnen dar, woraus die Konstruktion des Oberbaues, sowie die dabei angenommenen Maße (24 Fuß hannoversch gleich 23 Fuß engl.) erhellen. Die Spurweite ist 4 Fuß $8\frac{1}{2}$ Zoll engl. gleich 4 Fuß 11 Zoll hannoversch. Das Bettungsmaterial der Schwellen ist in diesem Beispiele Sand, zuweilen auch Steinschlag oder Kies.



367



368

Fig. 368 zeigt den Profildurchschnitt eines Abtrages für eine einspurige Bahn, wobei man nicht nur neben dem Planum, sondern auch in den Abgrabungsanlagen selbst Sammel- und Abzugskanäle H für das Wasser angelegt hat. Zur Trockenlegung des Planums selbst bringt man zuweilen unter demselben noch einen besonderen Kanal I an, der mit der Längenrichtung des Abtrages fortläuft und durch Querkanäle in die obigen Seitengräben ausmündet. Dieß ist namentlich dann fast unerläßlich, wenn eine gute, das Wasser abhaltende Decke auf das Planum nicht erlangt werden kann, oder sumpfiger, quellhaltiger rc. Boden vorhanden ist.

Ganz besondere Mittel sind bei der Anlage einer Eisenbahn auf wei-

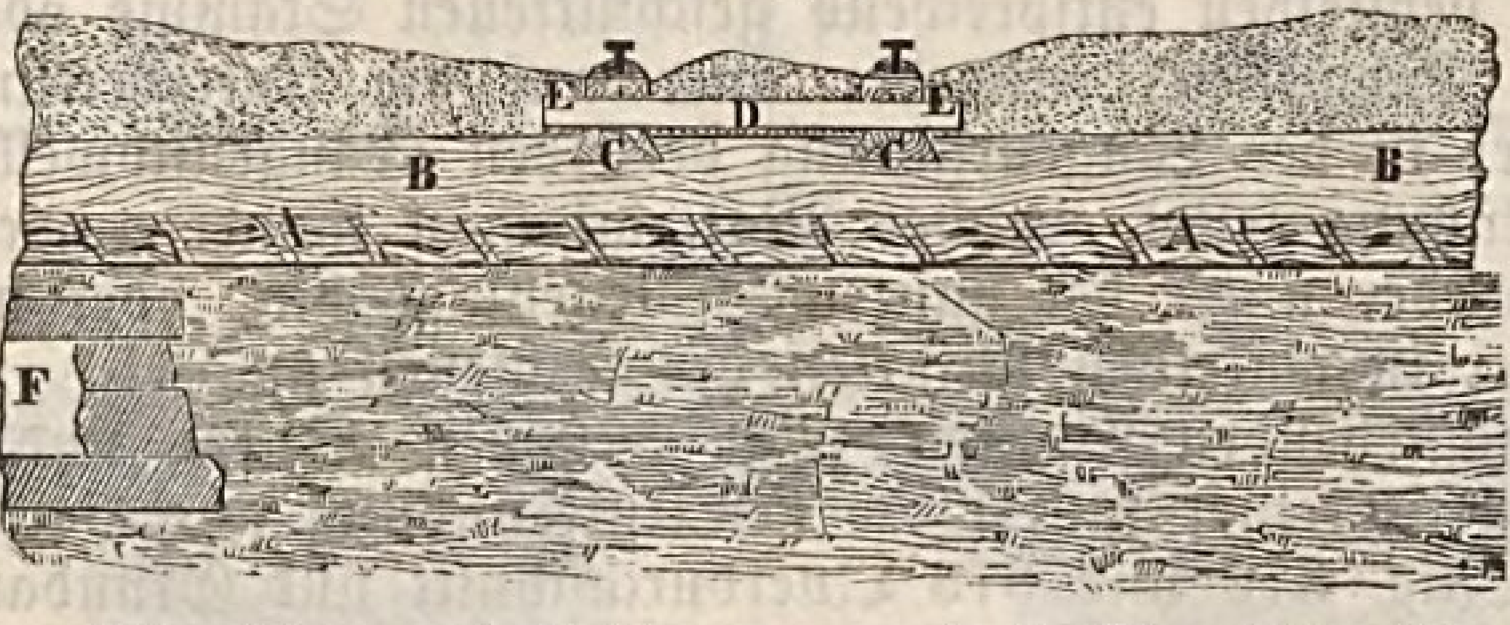
chem Boden, auf Moorgrund, Sumpf u. dgl. in Anwendung zu bringen. Ein solcher schwieriger Unterbau wurde bei Herstellung der Liverpool-Manchesterbahn nöthig. Daselbst findet sich eine Strecke, das dürre Moos (Chat Moss), ein Morast vor, der eine Oberfläche von 12 engl. Quadrat-Meilen (fast ½ deutsche) einnimmt und so weich ist, daß kein Thier darüber gehen kann und ein eiserner Stab durch sein eigenes Gewicht einsinkt. Dennoch mußte die Bahn 4½ engl. Meilen lang über diesen Morast weggeführt werden.

Da hiernach der Grund des Terrains in seiner natürlichen Beschaffenheit für eine Eisenbahn an sich schon zu jedem Damme oder Einschnitte völlig untauglich war, indem Schutt, Thon, Sand und ähnliche Materialien mit der Masse zugleich einsanken, so suchte der Bauingenieur Stephenson dem Boden selbst brauchbare Masse abzugewinnen. Für Dämme wurden nämlich alle 15 Fuß zur Bahnlinie parallele Kanäle gezogen, die dazwischen liegenden Theile des Morastes abgetrocknet, die in der That ein gutes Material abgaben. Ungefähr das Vierfache des auf gewöhnlichem Boden erforderlichen Materials reichte zur Bildung der Dämme hin. Auf ähnliche Weise wurden die Einschnitte hergestellt.

An den Stellen, wo das bestimmte Bahnniveau ein Fortgehen auf der Mooroberfläche erforderte, wurden, außer den vorerwähnten Gräben, Faschinen, die mit Haidekraut durchflochten waren, quer über die Längenrichtung der Bahn gelegt, und auf diese wieder Ballast und Schutt gestürzt.

Fig. 369 zeigt den Profildurchschnitt einer auf solchem Moorgrund etablirten Bahn. A, A sind Faschinen, B, B die auf dieselben gestürzte

369



Schutt- oder Sandlage, C, C Längen- und D Querschwellen, auf welchen letztern wieder Längenhölzer E E angebracht sind, die zur Aufnahme der Schienen dienen. F ist ein Längenkanal zur Abführung des sich ansammelnden Wassers, von welchem wieder Querkanäle zur Seite geführt sind.

In Amerika, wo in der Regel das Holz weit billiger als auf dem Kontinente von Europa zu haben ist, sucht man zuweilen Dämme gänzlich durch Pfahlwerke zu ersetzen. Die Bahn ruht sodann entweder unmittelbar auf den Köpfen der Pfähle, oder auch auf, auf diese gesetzten, Holzwänden (Truss-Works).

Muß eine Eisenbahn über Bäche oder Flüsse weggeführt werden, so sind hierzu entweder Durchlässe oder Brücken anzulegen. Dabei versteht man unter Durchlässen jede Oeffnung, welche dazu dient, irgend einer Wassermasse einen freien Weg durch einen Damm zu gewähren, wobei aber auf der oberen Decke oder dem Gewölbe noch ein Theil des Bahnerdkörpers liegt; unter der Brücke aber einen solchen Unterbau, auf dessen Oberfläche die Bahn unmittelbar angebracht ist, der Erdkörper also ganz wegfällt.

Beim Ueberschreiten von Thälern, Niederungen, Morästen u. dgl. machen zuweilen besondere Umstände die Anlage von Dämmen unzu-

lässig, weßhalb man die Bahn auf Landbrücken legt, die gewöhnlich den Namen Viadukte erhalten.

Sehr oft läßt sich eine Eisenbahn mit günstigen Steigungsverhältnissen nur dadurch ausführen, daß man unterirdische Wege, durch Erbauung sogenannter Tunnels, etablirt, obwohl anzunehmen sein möchte, da die meist sehr kostspielige Anlage solcher Tunnels bedeutende Kapitalien erfordert, daß nur die alleräußerste Nothwendigkeit hierzu Veranlassung geben sollte.

3. Oberbau. Der Oberbau einer Eisenbahn begreift die zur Lagerung und Befestigung der Schienen gehörigen Theile, die Schienen selbst, die Konstruktion der Straßenübergänge, der Ausweichen, Bahnkreuzungen ꝛc.

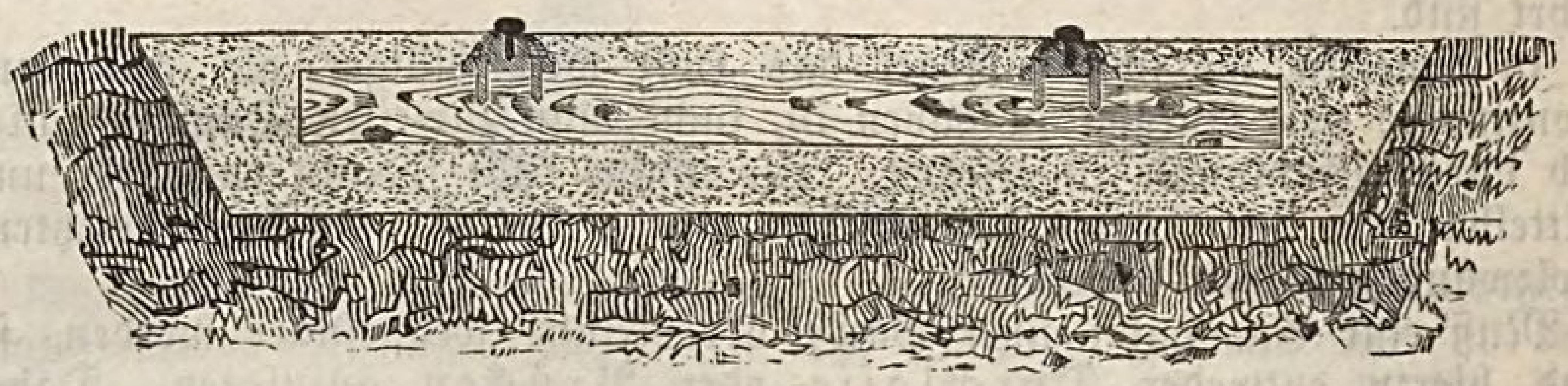
Da das Material, woraus die Dämme und Einschnitte bestehen, meistentheils Sand, Thon oder andere Erdmasse ist, welche Feuchtigkeit einsaugt und zurückhält, und wodurch beim Darüberfahren der Wagen Einsenkungen entstehen können, so muß das Planum eine Grundlage (Unterbettung) von Material erhalten, welches das Wasser leicht abgibt und zugleich ein hinlängliches Fundament bildet. Es ist diese Vorsicht zur Sicherung des Oberbaues bei Eisenbahnen beinahe noch nothwendiger, als das Anbringen von Sand unter dem gewöhnlichen Steinpflaster. Eine solche Unterbettung besteht gewöhnlich aus grobem Sande oder Steinschlag; in den kohlenreichen Distrikten Englands benutzt man hierzu recht vortheilhaft Steinkohlenklein. Fig. 366, 367 und 368 ist bei D E die Unterbettung leicht erkennbar.

Was die fernere Unterstützung der Bahnschienen betrifft, so besteht diese entweder aus Holz oder Stein. Wendet man Holz an, so legt man die aus demselben entsprechend geschnittenen Stämme oder gehauenen Balken (Schwellen) entweder quer auf die Unterbettung (Querschwellen) oder in der Längenrichtung derselben (Längenschwellen).

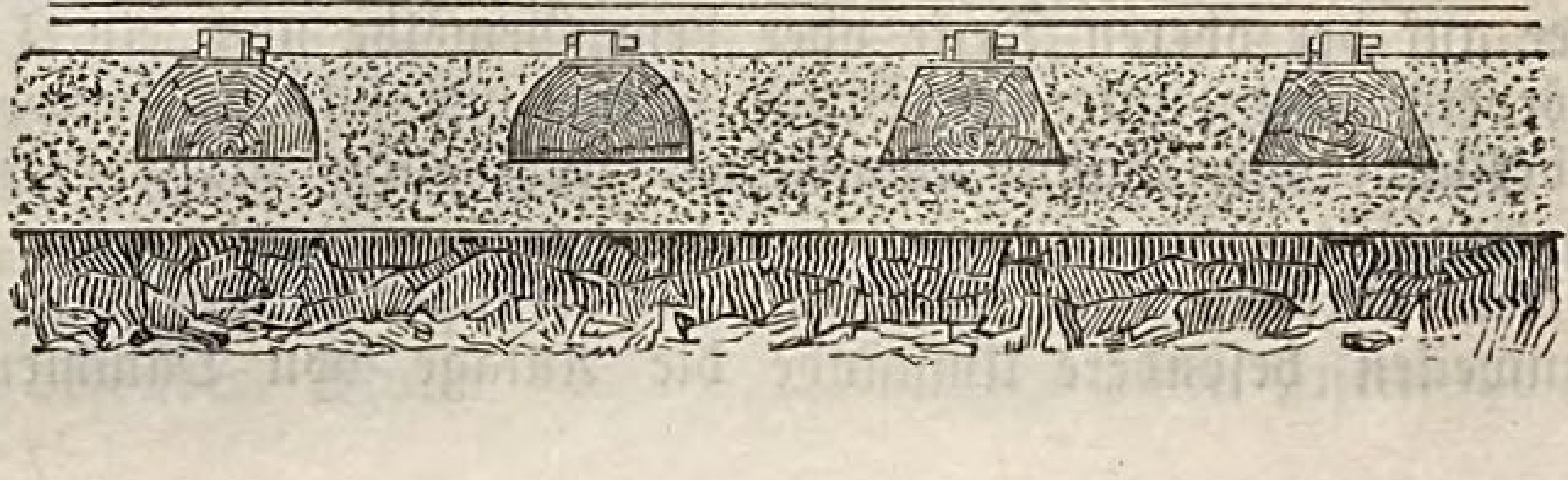
Die Unterstützung selbst, welches Material man immer anwenden mag, zieht sich entweder unter der ganzen Schienenlage hin, oder man bringt eine solche nur in einzelnen Punkten der Schienen an.

In den nachstehenden Figuren zeigt 370 den Quer- und 371 den Längendurchschnitt einer unterbrochenen Unterstützung aus Holzquerschwellen gebildet; Fig. 372 und 373 Querdurchschnitt und Grundansicht einer aus Holzlangschwellen gebildeten ununterbrochenen Unterstützung; Fig. 374 und 375, so wie Fig. 376 und 377 zeigen aus Steinblöcken gebildete Unterstützungen.

370



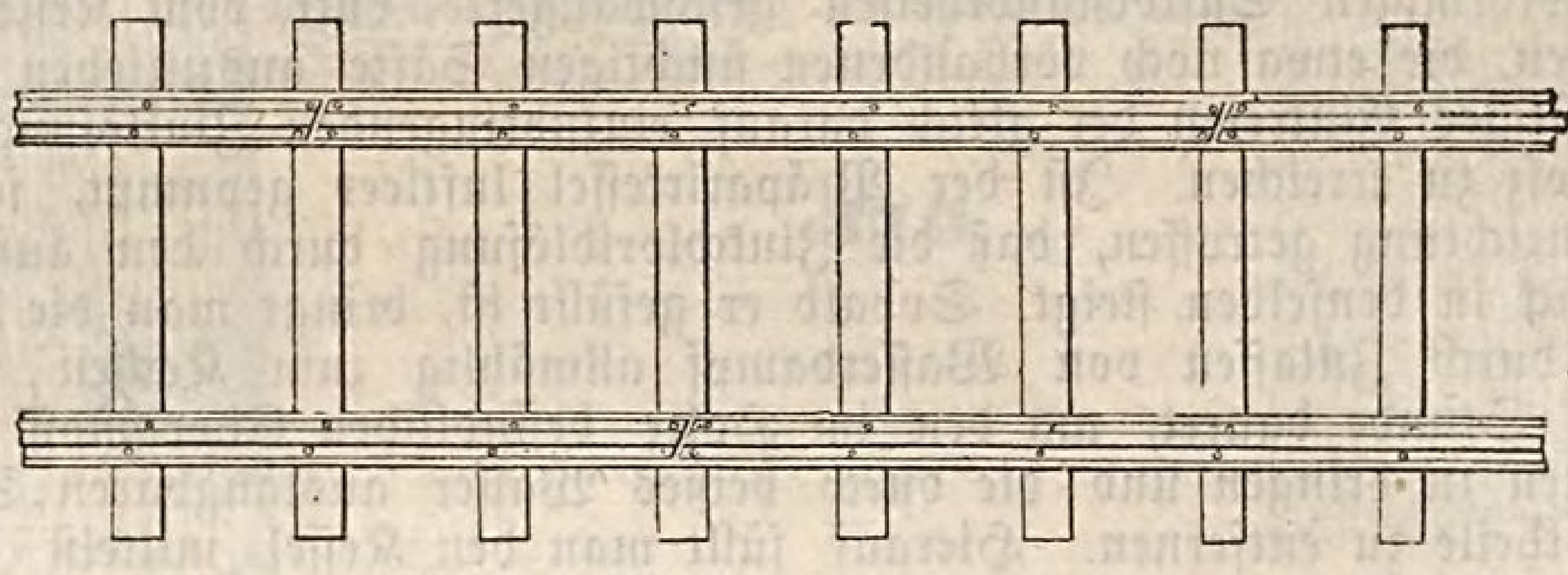
371

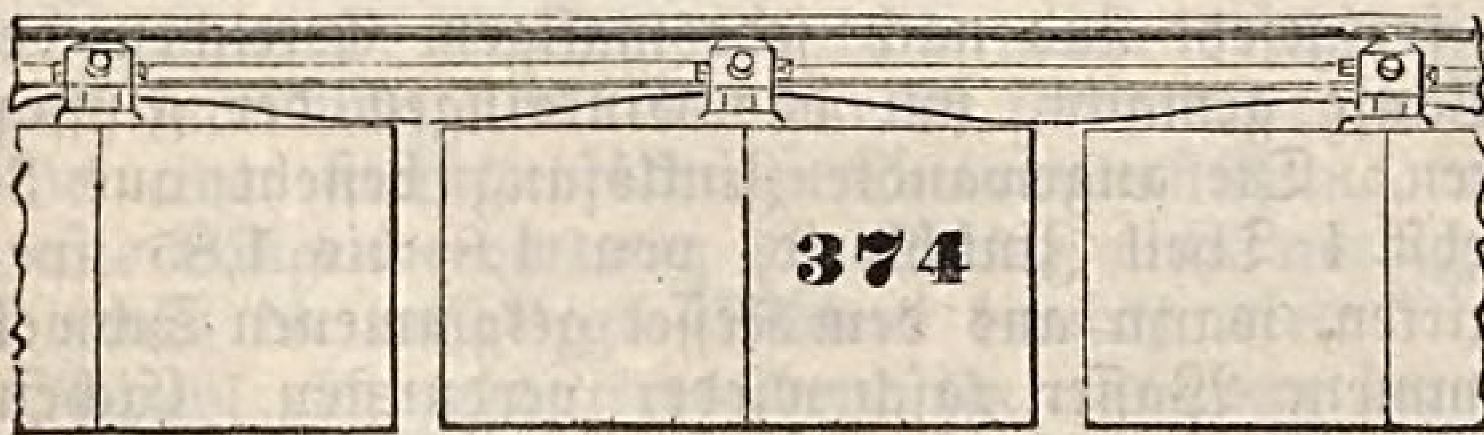


372



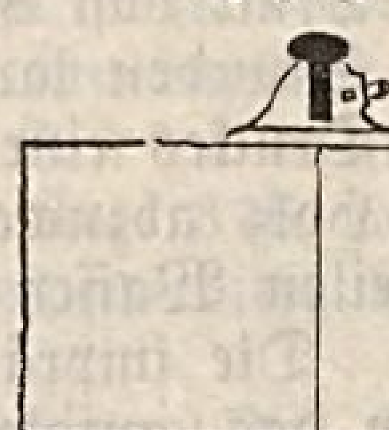
373



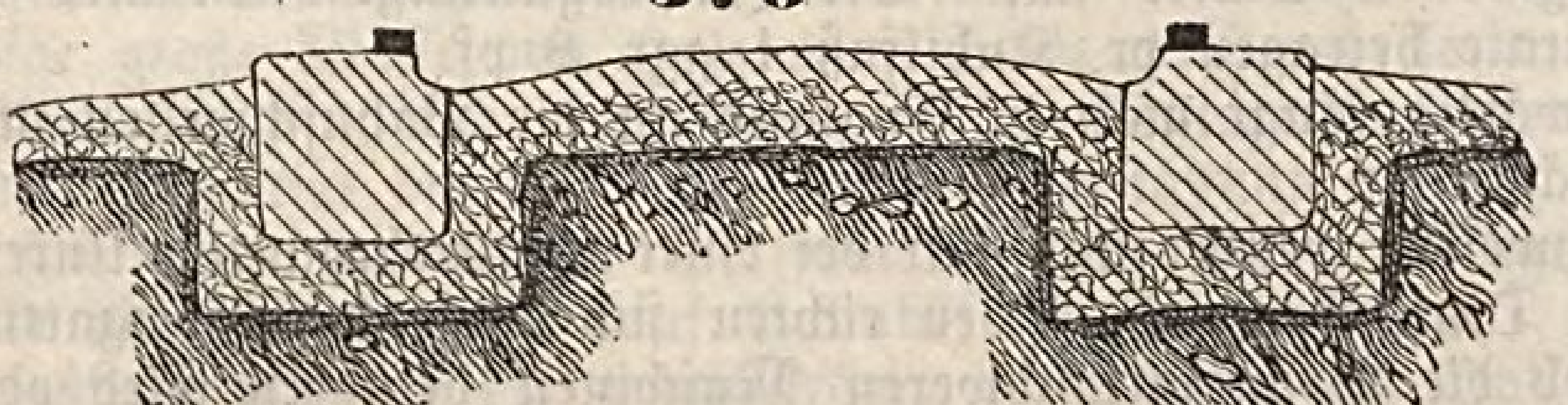


374

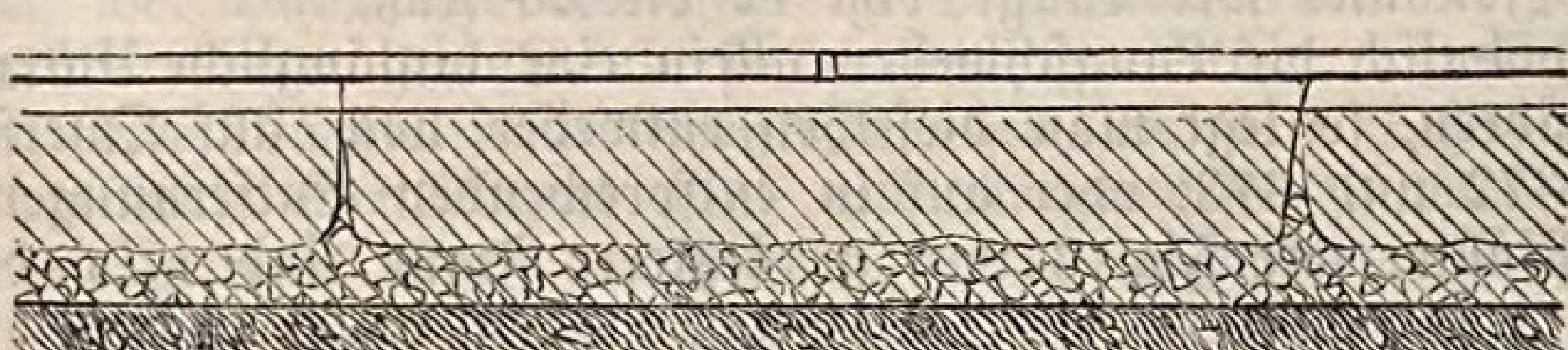
375



376



377



Bei einer Holzunterstützung muß das dazu verwandte Holz von besonderer Güte sein; gewöhnlich wählt man Eichenholz, zuweilen wohl auch Eschen=, Ulmen=, Lärchenholz &c. Um diesen Hölzern eine möglichst lange Dauer zu geben, präparirt man dieselben mit Eisen= oder Kupfervitriol, mit Quecksilber= oder Zinkchlorid, oder endlich wohl auch mit Kreosot. Das Quecksilberchlorid wurde, nach der Methode des Briten M'Kyan noch bis vor Kurzem in England fast ausschließlich in Anwendung gebracht. Dabei legt man das Holz in ein Gefäß, welches mit einer Auflösung von Quecksilbersublimat und Wasser (1 Pfd. zu 20 Quart Wasser) so weit gefüllt ist, daß die Flüssigkeit das Holz ganz bedeckt, und läßt letzteres eine der Gattung und Stärke des Holzes entsprechende

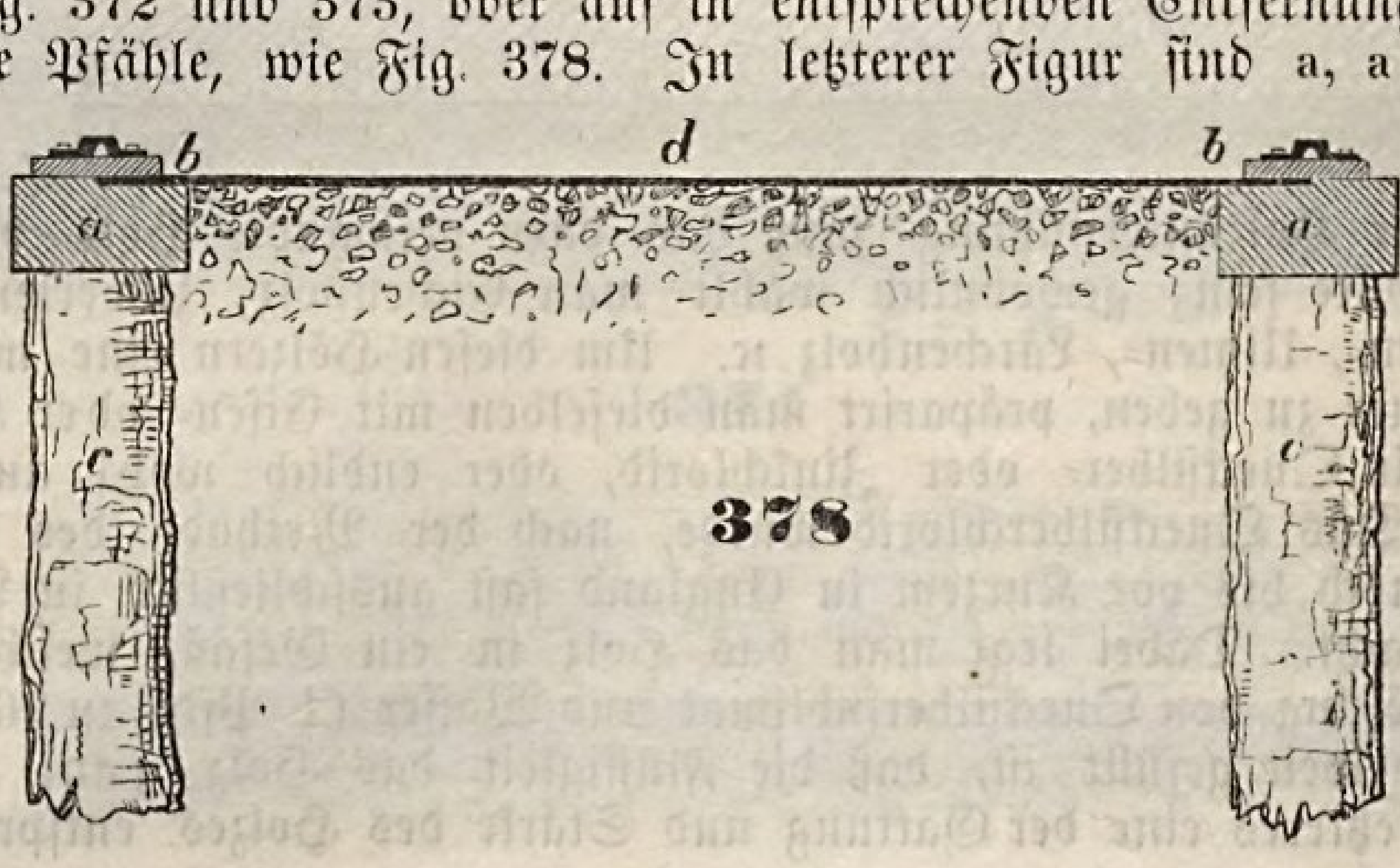
Zeit darin liegen; später hat man auch angefangen, die gedachte Auflösung in das Holz mittelst der hydraulischen Presse einzutreiben. Indeß ist die ganze Methode etwas kostspielig, und das bis jetzt damit erlangte Resultat nicht überall gleich günstig.

Bei weitem wirksamer und vortheilhafter hält man zur Zeit bei den deutschen Eisenbahnen das Präpariren der Bahnschwellen mit Zinkchlorid. Bei den hannoverschen Bahnen besteht das ganze Verfahren darin, zuerst das Holz mittelst Wasserdampf in großen Kesseln (140 bis 150 Schwellen aufnehmend) etwa 4 Stunden lang auszulaugen und sodann diesen Kessel luftleer zu pumpen. Letzteres geschieht deßhalb, um die mit gasförmigen Saftbestandtheilen geschwängerte Luft vom Kessel zu entfernen, die etwa noch vorhandenen flüchtigen Säfte auszuziehen und ein kräftiges Eintreten der gleich darauf einzubringenden Zinklösung in das Holz zu erreichen. Ist der Präparirkessel luftleer gepumpt, so ist die Einrichtung getroffen, daß die Zinkchloridlösung durch den äußeren Luftdruck in denselben steigt. Sobald er gefüllt ist, bringt man die Flüssigkeit durch Zulassen von Wasserdampf allmählig zum Kochen, was etwa 1 Stunde dauert, um den im Holze befindlichen Eiweißstoff zum Gerinnen zu bringen und die durch heißes Wasser auslaugbaren Saftbestandtheile zu entfernen. Hierauf füllt man den Kessel mittelst einer Druckpumpe so lange mit Auflösung von Zinkchlorid an, bis in demselben ein Druck von 8 bis 10 Atmosphären entsteht. Dieß Pressen wird 4 bis 5 Stunden lang fortgesetzt und nach jedesmaligem Erreichen des höchsten Druckes eine Pause gemacht, um das Eindringen der Flüssigkeit ins Holz abzuwarten. Die angewandte Zinklösung besteht aus 30 Raumtheilen Wasser nebst 1 Theil Zinkchlorid, von 1,8 bis 1,85 spez. Gewicht. Die imprägnirten, warm aus dem Kessel gekommenen Schwellen lassen das aufgenommene Wasser rasch wieder verdunsten. Eichenholzschwellen (8 Fuß lang, $^{12}/_{6}$ Zoll stark) nehmen 1,45 Pfd. Zinkchlorid der angegebenen Stärke auf. Die Imprägnirungskosten incl. der Arbeitsapparate betragen pr. Kubikfuß 1 ggr. 8 pf.

Gegenwärtig fängt man in England an die Bahnschwellen mit Kreosot zu präpariren.

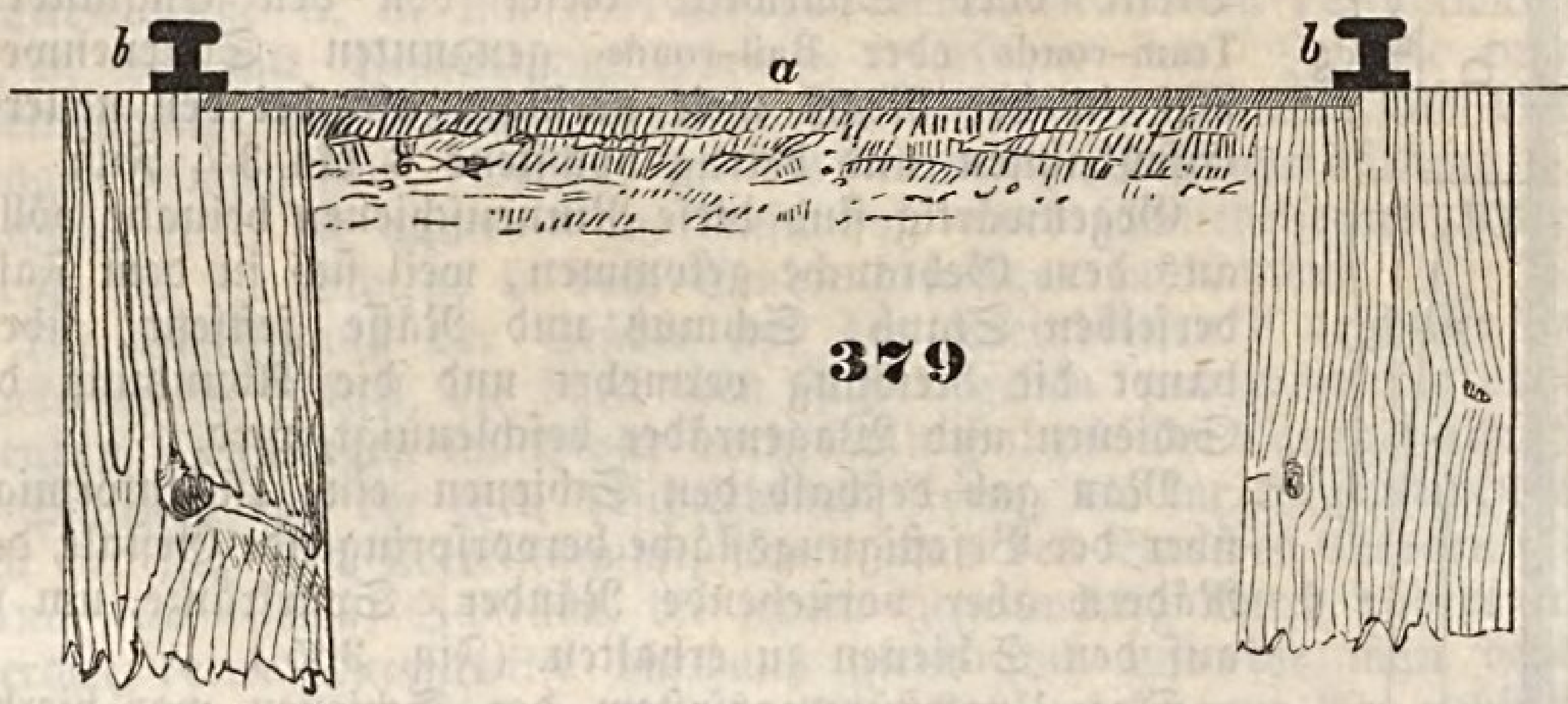
Langschwellen wendet man nur bei einer ununterbrochenen Unterstützung an. Die Dimensionen derselben richten sich nach der Holzgattung und danach, ob die Bahn mit schweren Maschinen befahren wird oder nicht. Deßhalb variirt die Dicke oder Höhe von 6 bis 10 Zoll, die Breite von 9 bis 14 Zoll und ihre Länge von 12 bis 20 Fuß.

Da gewöhnlich die Langschwellen allein eine hinlängliche Unterstützung nicht gewähren, so legt man dieselben entweder noch auf Querschwellen wie Fig. 372 und 373, oder auf in entsprechenden Entfernungen eingetriebene Pfähle, wie Fig. 378. In letzterer Figur sind a, a die Län-



genschwellen, auf welche zur Aufnahme der Schienen eichene Brettchen b, b genagelt sind, d zeigt eine eiserne Verbindungsstange der Schwellen, um deren Ausweichung zu verhüten. Die Pfähle c, c werden sehr oft auch so geschlagen, daß die in der einen Reihe nicht mit der der anderen Reihe korrespondiren.

Zuweilen legt man die Schienen auch unmittelbar auf die Köpfe der Pfähle, wie Fig. 379. Hierbei werden die Pfähle sehr nahe an einander getrieben und allenfalls durch eiserne Querstangen a zu beiden Reihen verbunden; die Schienen b, b müssen dabei eine hinlängliche Stärke haben, um nicht unter der darauf fortzubewegenden Last zu oszilliren.



379

Bei einer ununterbrochenen Steinunterstützung, wie Fig. 376 und 377, ist eine Längenverbindung der Steine nicht nöthig, indem diese hinlänglich durch die aufgelegte Schiene bewirkt wird.

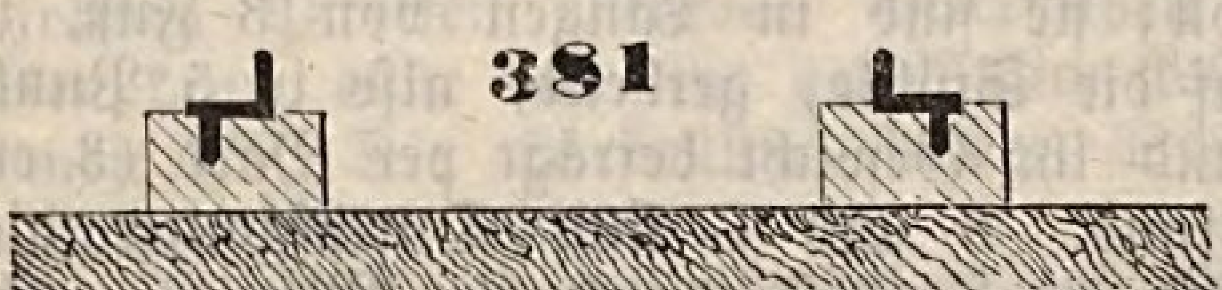
Obwohl eine ununterbrochene Unterstützung der Schienen der Stabilität einer Eisenbahn am entsprechendsten zu sein scheint, wenn anders die seitlichen Ausweichungen verhütet werden; so veranlaßt doch die dabei nothwendige große Masse von Holz oder Stein meistentheils eine unterbrochene Unterstützung, wozu vor Allem stärkere Schienen erforderlich sind.

Was das Material der unterbrochenen Unterstützung betrifft, so wendet man fast ohne Ausnahme Holzschwellen für die Hauptgleise und Steinblöcke für Nebenstränge (auf Bahnhöfen, Haltestellen ꝛc.) an. Der Grund, weßhalb man für die Hauptstränge der Bahnen nur Holzschwellen benutzt, liegt darin, daß sich die Steinblöcke nach allen Richtungen leicht verschieben, der Bahn nicht die gehörige Stabilität geben und namentlich beim Darüberfahren gewöhnlich so entsetzliche Stöße veranlassen, daß sich die in den Wagen befindlichen Personen an den Sitzen festhalten müssen, um nicht fortwährend hin- und hergeworfen zu werden.

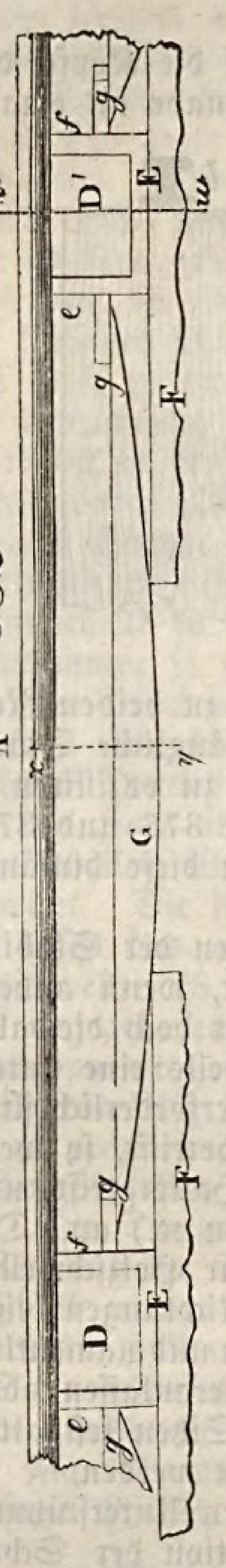
Ehe jetzt Weiteres über das System der unterbrochenen Unterstützung angeführt werden kann, ist es zuvor nöthig, die Konstruktion der Schienen und Stühlchen anzuführen.

Die ersten und zwar gußeisernen Schienen der Eisenbahnen waren, wie bereits früher angeführt, platt (plate rails) mit einem vorstehenden Rande, etwa wie ein halber Falz gestaltet. Solche Schienen zeigt Fig. 380 im Profildurchschnitt. Zuweilen versah man sie, zur Verstärkung, nach unten mit einer senkrechten Rippe, wie Fig. 381, die sich in der

380

381


Längenrichtung nach den Enden der Schiene verlief, also in der Mitte die größte Höhe hatte. Auf dem horizontalen Theile dieser Schienen liefen die mit ganz ebenen Felgen versehenen Räder, der obere Rand der Schiene inderte sie an dem Herabgleiten. Das Anbringen dieses Randes an der inneren Seite, wie Fig. 381, diente noch dazu, die etwa von den Füßen der Pferde in Bewegung gesetzten Steine von den Schienen abzuhalten. Die Breite oder Spurweite dieser von den Engländern Tram-roads oder Rail-roads genannten Schienenwege war in der Regel weit geringer als bei den neueren Eisenbahnen und betrug höchstens 3 bis 3½ Fuß.



382

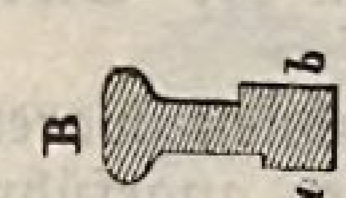
Gegenwärtig sind diese Rinnenschienen beinahe völlig aus dem Gebrauche gekommen, weil sich in dem Falze derselben Staub, Schmutz und Nässe festsetzt, überhaupt die Reibung vermehrt und die Abnutzung der Schienen und Wagenräder beschleunigt wird.

Man gab deßhalb den Schienen eine rückenförmige, über der Befestigungsfläche hervorspringende Gestalt, den Rädern aber vorstehende Ränder, Spurkränze, um sie auf den Schienen zu erhalten. (Fig. 365.)

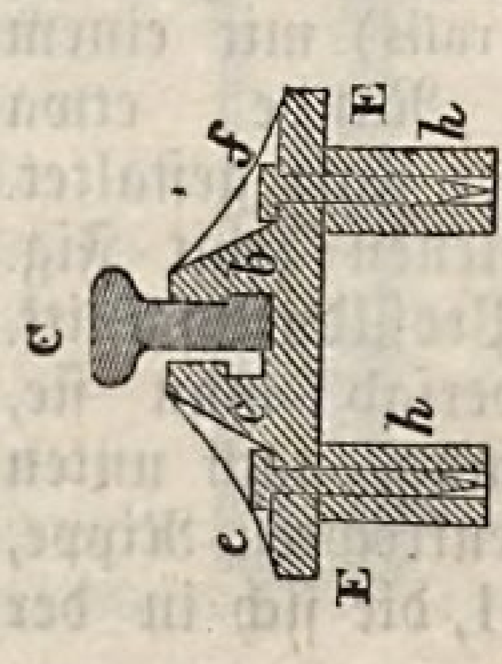
Das Unterstützungssystem der Schienen war hierbei das unterbrochene, weßhalb man letzteren zur Befestigung auf den Steinblöcken oder Holzschwellen anfänglich in entsprechenden Entfernungen Lappen angoß, durch welche man Nägel schlug. Da jedoch diese Befestigungsart ein häufiges Brechen der Schienen erzeugte, so kam man auf die Idee, zwischen Schienen und Tragstein oder Schwelle noch einen dritten Körper, einen Stuhl (chair) von gegossenem Eisen anzubringen.

Gußeiserne Schienen brachen demungeachtet noch leicht, auch erzeugten sie einen harten Gang des Fuhrwerks, da ihnen der nöthige Grad von Elastizität fehlte; hierzu kam noch ihre geringe, 3 bis höchstens 6 Fuß betragende Länge, wodurch manches andere für die Bahn nachtheilige Uebel herbeigeführt wurde. Man bemühte sich deßhalb bald, Schienen aus gewalztem oder geschmiedetem Eisen herzustellen.

Anfänglich machte man solche Schienen ganz flach mit rechteckigem Querschnitte von 1 bis 2 Zoll Breite und 3 Zoll Stärke bei verschiedenen Längen, bis man nach und nach durch zweckmäßige Konstruktion der Walzwerke dahin gelangte, auch Schienen mit T und I Querschnitt zu erzeugen.



Seit dieser Zeit werden fast ausschließlich für Eisenbahnen jedes Konstruktionssystems gewalzte Schienen angewandt.



Figur 382 zeigt bei A eine der gewalzten Schienen nebst gußeisernem Stuhl, wie solche von Stephenson zuerst auf der Liverpool-Manchesterbahn gelegt wurden. Die Länge dieser Schienen beträgt 15 Fuß, die Kopfbreite 2 Zoll; sie sind in Längen von 3 Fuß, zum Auflegen auf die Stühle, getheilt, also in 5 Punkten unterstützt und ihr Gewicht beträgt per Yard (3 engl. Fuß) 35 Pfund. B und C sind Durchschnitte dieser Schiene, und zwar der erste durch die Mitte x, y einer

3 Fuß langen Abtheilung, da wo die Schiene am höchsten ist, genommen, letzterer durch die niedrigste Stelle nach v, w, wo sie auf dem Stuhle D und D′ aufliegt.

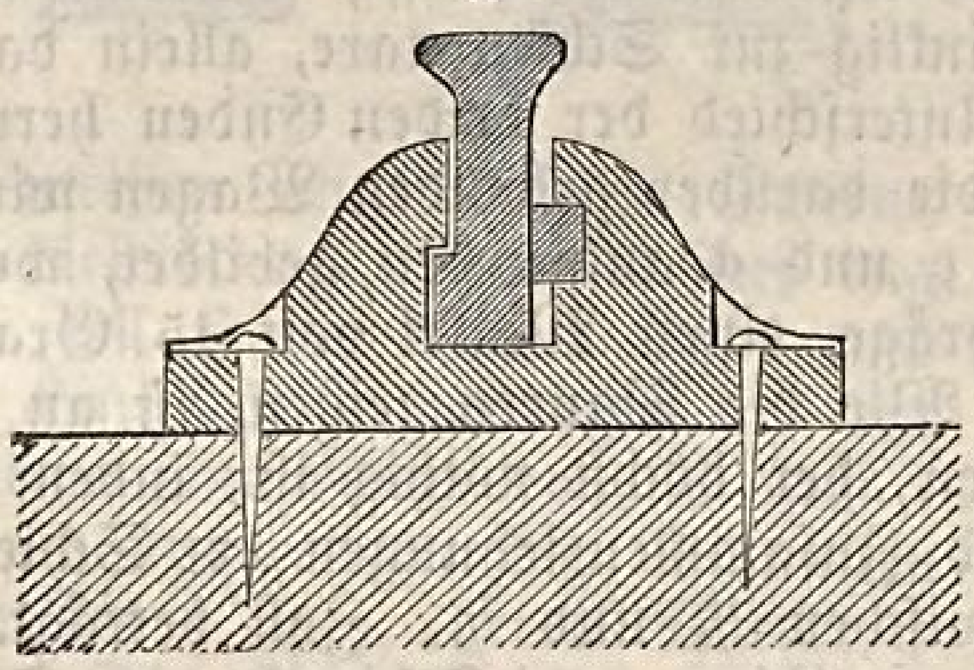
Wie aus B ersichtlich ist, befinden sich an der Schiene zwei Seitenverstärkungen a und b, wovon die zweite durch die ganze Schienenlänge fortgeht, die erste (a) aber aufhört, ehe die Schiene den Auflagepunkt im Stuhle erreicht. Die gußeisernen Stühle selbst bestehen aus einem platten Fuße E, E, mit zwei aufrecht stehenden Böcken (Stuhlwangen) D, D, die mit Verstärkungsrippen e, f versehen sind. In die inneren Seitenwände des Raumes, welchen die Schiene aufnimmt, sind Vertiefungen eingegossen, wovon in die eine die Seitenverstärkung b der Schiene tritt, die andere c zur Aufnahme eines schmiedeisernen Keiles g dient, um die Schiene in dem Stuhle befestigen zu können.

Die Befestigung der Stühle auf den Steinblöcken F geschieht durch starke eiserne Nägel, die durch den Fuß E gehen und wozu die entsprechenden Oeffnungen im Blocke vorher mit Holzpflöcken h ausgefüttert sind.

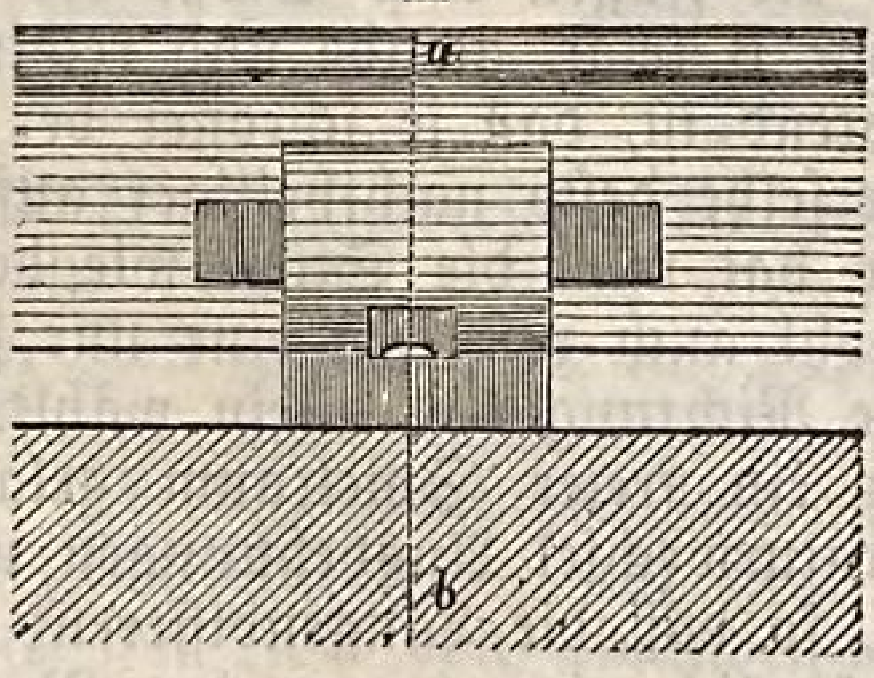
Schienen von der eben beschriebenen Form, die im Allgemeinen auch mit der Fig. 374 übereinstimmt, nennt man des Bauches G wegen Fischbauch (fish-bellied)-Schienen, die jedoch gegenwärtig durch andere ersetzt werden, deren Querschnitte durchaus gleich sind und die man deßhalb parallele (parallel) Schienen nennt. Eine Schiene letzterer Art nebst dazu gehörigem Stuhl zeigt Fig. 383, und zwar stellt A die Seitenansicht und B einen Durchschnitt nach der Linie a b von A genommen dar.

383

B



A



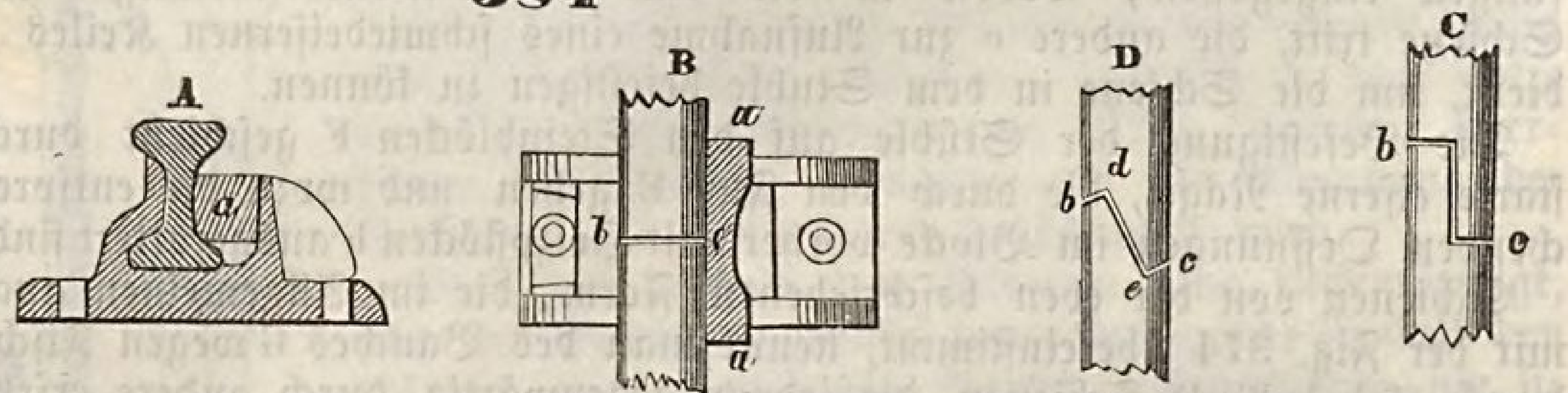
Ueber die Vorzüge der einen oder der anderen bemerkten Schienenformen läßt sich ungefähr Folgendes sagen. Will man die Schiene als einen Körper gestalten, der mit beiden Enden frei aufliegend, in allen seinen Querschnitten einerlei Tragkraft besitzt, so lehrt allerdings die Theorie, daß die untere Begrenzungslinie desselben eine Krumme, und zwar eine Ellipse sein muß, wonach man auch die Fischbauchschiene gestaltete; allein eine 15 Fuß lange Schiene wird nicht nur an ihren Enden, sondern auch zwischen denselben unterstützt, wonach der genannte theoretische Satz streng genommen unanwendbar ist, nicht zu gedenken, daß die Schiene überdieß noch durch das Einkeilen in die Stühle ziemlich stark geklemmt wird. Bei gleicher Länge beider Schienen hat die parallel gestaltete ungefähr 10 Prozent mehr Gewicht als die Fischbauchschiene, dafür biegt sich aber auch letztere beim Darüberfahren etwas mehr, so wie die Parallelschiene endlich noch den Vortheil gewährt, daß man sie, sollte dieselbe in einigen Punkten für zu schwach befunden werden, in solchen Punkten ebenfalls unterstützen und sonach beträchtlich verstärken kann, ohne daß eine gewöhnlich kostspielige Auswechslung vorzunehmen ist. Die Herstellung beider Schienenarten geschieht übrigens neuerdings gleich leicht.

Die bei den neueren Eisenbahnen nothwendig gewordenen großen

Transportzüge, die zugleich mit bedeutenden Geſchwindigkeiten bewegt werden müſſen, machten auch gewichtigere Dampfwagen nothwendig, wobei ſich dann bald ergab, daß ein Gewicht der Schienen von 30 bis 35 Pfund per Yard nicht ausreichte, und weßhalb man denn Schienen konſtruirte, die per Yard 50, 60, ja bis 78 Pfd. und noch mehr wiegen. Eine eben ſolche Gewichtsvermehrung mußten natürlich auch die Stühle erfahren, ſo daß man gegenwärtig ſtatt der früheren Gewichte der Stühle von 6 bis 11 Pfd. für die Zwiſchenpunkte 20 bis 28 Pfd. Gewicht und für die Fugen oder Zuſammenſtoßungen 24 bis 34 Pfd. und mehr annimmt.

Eine ſolche Schiene nebſt Stuhl zeigt Figur 384, und zwar A den

384



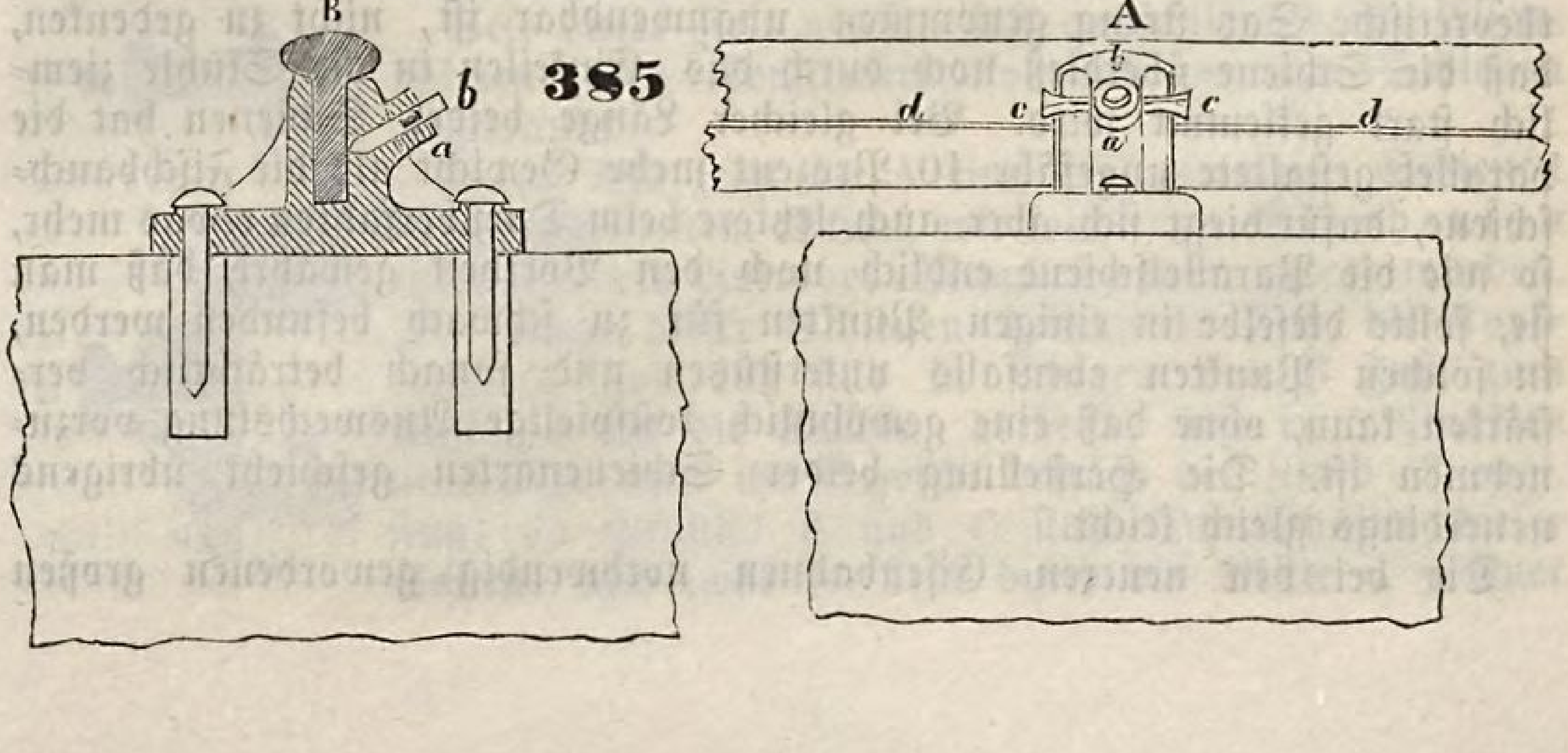
Durchſchnitt und B die Grundanſicht derſelben. Das Gewicht dieſer bei der London = Birmingham = oder Grand = Junction = Bahn angewandten Schiene beträgt per Yard 65 bis 75 Pfund. Die Befeſtigung derſelben in dem Stuhle wird durch einen Holzkeil a aus ſehr trockenem Eichenholze bewirkt.

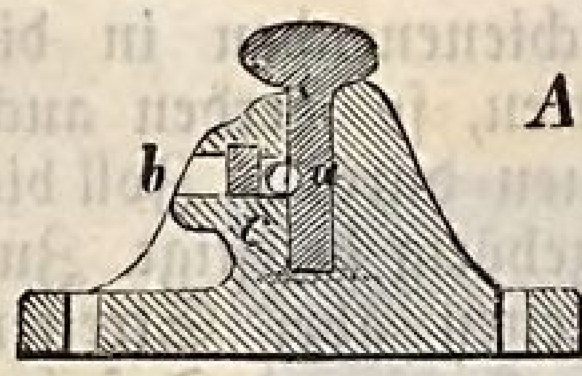
Was die Fugen oder Stöße der Schienenenden betrifft, ſo machte man dieſe, wie B zeigt, gerade und rechtwinklig zur Schienenaxe, allein da es einleuchtend iſt, daß je ſchroffer der Unterſchied der beiden Enden hervortritt, derſelbe deſto nachtheiliger auf die darüber gehenden Wagen wirken muß, ſo hat man die Stöße, wie bei c und d angegeben, gebildet, wofür man wohl auch zuweilen eine nur ſchräge, einen Winkel von 45 Graden bildende Richtung d e allein wählt. Wie die Figuren zeigen, iſt an den Stößen ein freier Spielraum gelaſſen, der höchſt nöthig iſt, indem der Temperaturwechſel Ausdehnungen und Zuſammenziehungen der Schienen erzeugt, ſo daß die Längendifferenz zwiſchen $\frac{1}{8}$ und $\frac{3}{16}$ Zoll beträgt.

Gewöhnlich nimmt man den Raum zwiſchen zwei Schienen am Stoße ſo, daß beim ſtärkſten Sonnenſchein, alſo bei der größten Ausdehnung noch ein Zwiſchenraum von $\frac{1}{10}$ Zoll und demnach bei 20 Grad Kälte ſich ungefähr ein Raum von $\frac{3}{10}$ Zoll bildet.

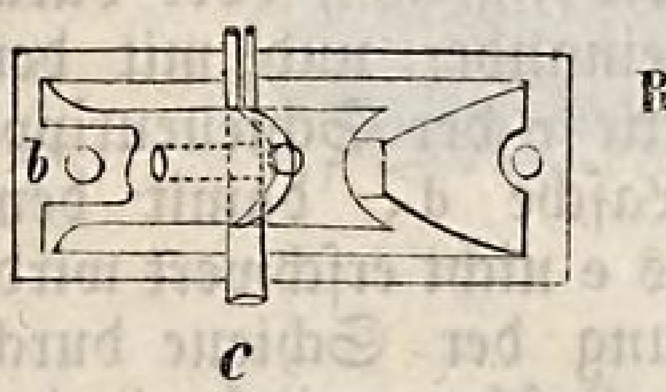
Da das Befeſtigen der Schienen in den Stühlen mittelſt gewöhnlicher Eiſen= oder Holzkeile mancherlei Uebelſtände, namentlich das Nachlaſſen der letzteren mit ſich führt, ſo hat man mancherlei andere Befeſtigungsmethoden vorgeſchlagen. Eine ſolche zeigt Fig. 385 in Anſicht und Durch=

385





386

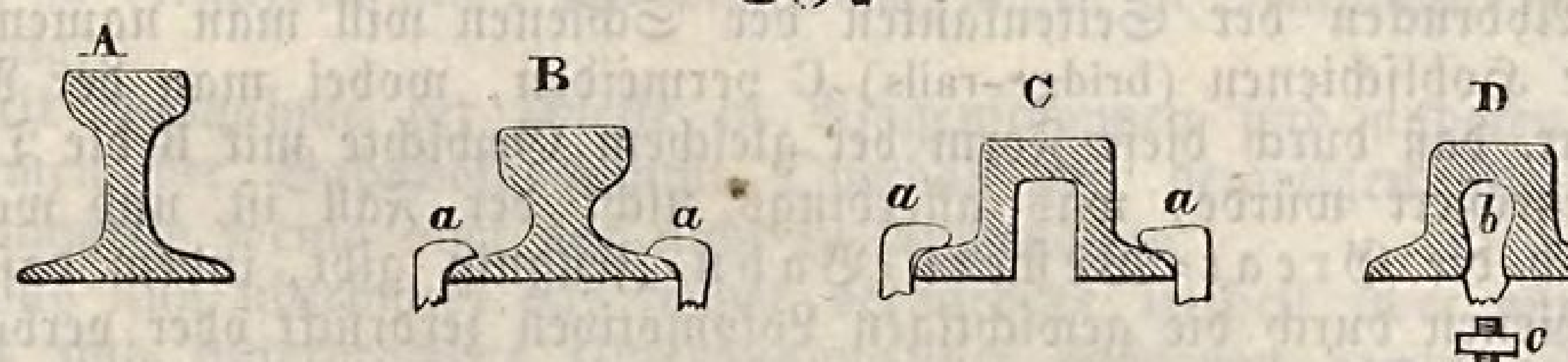


schnitt. Dabei ist a ein an dem Vertikalbacken angegossener Zylinder, in welchem sich eine Oeffnung zur Aufnahme eines Bolzens b befindet; c ist ein schmiedeiserner, geschlitzter, gleichsam eine Feder bildender Keil, der durch den Stuhlbacken und Bolzen b geht, welcher bewirkt, daß das zugespitzte Ende des Bolzens fortwährend niederwärts gegen eine in der Schiene befindliche Rinne d, d preßt. Statt des oben beschriebenen Bolzens hat man auch gußeiserne Kugeln a, Fig. 386, angewandt, die durch eine Oeffnung b des Backens eingeführt und ebenfalls mittelst eiserner geschlitzter Keile c gegen die Rippe der Schiene angetrieben werden.

So vortrefflich aber auch diese Ideen sind, führen sie doch das Uebel der künstlichen und kostspieligen Ausführungen mit sich, weßhalb man immer wieder auf die gewöhnliche Keilbefestigung zurückgekommen ist.

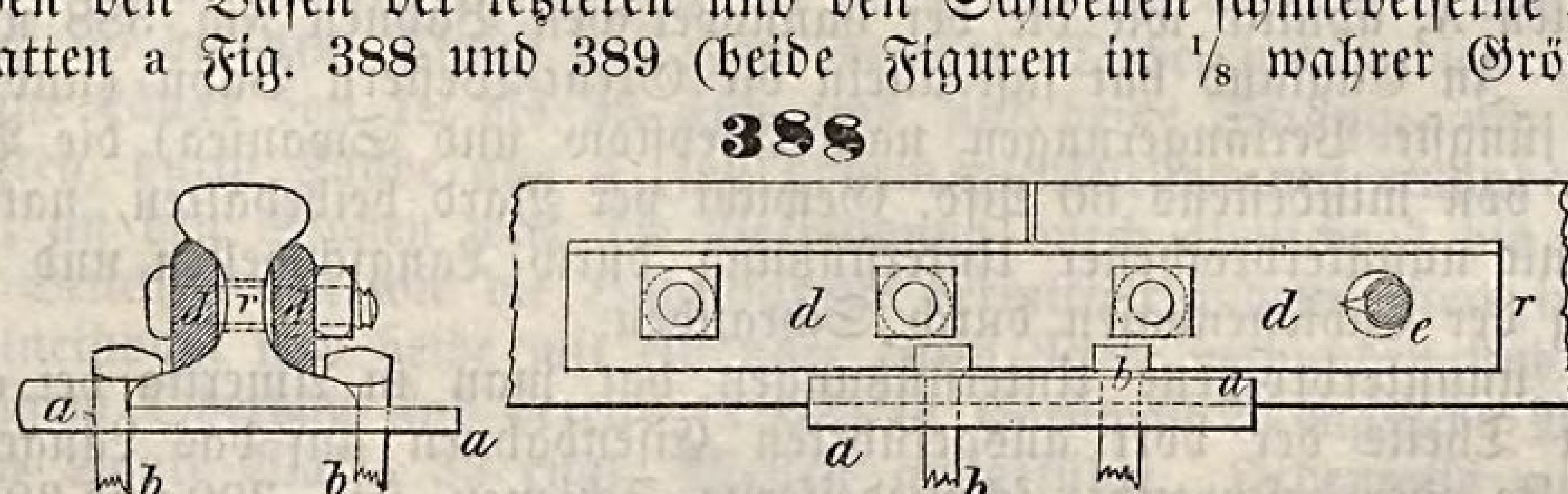
Bei einem unterbrochenen Unterstützungssysteme, namentlich wenn dasselbe aus Holz gebildet wird, wendet man gewöhnlich sogenannte breitbasige Schienen, Fig. 387 an. Dabei ist A der Querschnitt einer jetzt

387

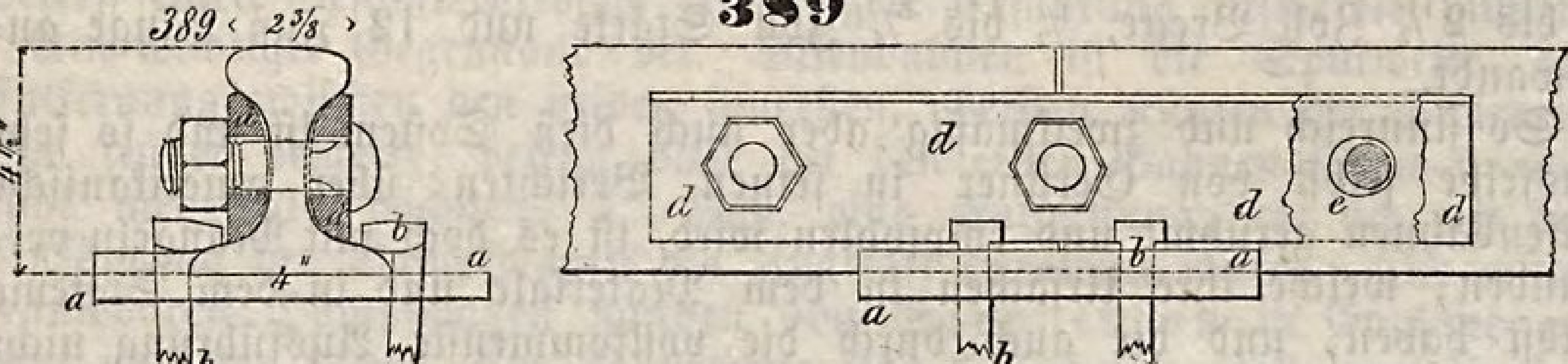


am meisten angewandten Schiene. Bei den hannoverschen Staatsbahnen hat dieselbe per Yard (3 Fuß engl.) ein Gewicht von 72 Pfund engl., 4½ Zoll Höhe, 4 Zoll Basis und 2⅜ Zoll größte Dicke am Kopfe. Für die Hauptgleise hat jede als ein Ganzes aus einem Stücke gewalzte Schiene eine Länge von 18 Fuß engl. (18′ 9½″ hannov.) und ruht dabei — ungerechnet die Schwellen an den Enden — auf fünf Querschwellen (12/6″), deren Mitten 3 Fuß 3½ Zoll von einander entfernt sind. Die Schwellen an den Enden dienen als Auflagen für je zwei aufeinanderfolgende Schienen, und ihre Mitten sind von den nächsten Zwischenschwellen um 2 Fuß 8 Zoll (hannov. Maß) abstehend. An den gedachten Enden oder dem Zusammenstoß (Stoß) zweier Schienen sind zwischen den Basen der letzteren und den Schwellen schmiedeiserne Unterlagplatten a Fig. 388 und 389 (beide Figuren in ⅛ wahrer Größe ge-

388



389



zeichnet) angebracht, um das Eindrücken der Schienenenden in die Schwellen zu verhüten. Wie bei diesen Unterlagplatten, so werden auch auf den übrigen Querschwellen die Basen der Schienen durch 6 Zoll bis 7 Zoll lange ($^9/_{16}$ Zoll Querschnitt) Hakennägel b gehörig befestigt. Zur hauptsächlichsten Verbindung der Schienenenden dienen aber Streifen oder Laschen d von Schmiedeisen, die genau zwischen Kopf und Fuß der Schiene passen und entweder durch 4 Schrauben, wie Fig. 388, oder durch drei Schraubenbolzen, wie in Fig. 389 unter einander und mit den Schienenenden verbunden werden. Die Mittelpartie r der Schienenrippe ist dabei ganz frei von der Berührung mit der Lasche d, damit dem Schraubenbolzen die Benutzung eines Spielraumes e nicht erschwert wird, den sie wegen der nicht unbedeutenden Ausdehnung der Schiene durch die Wärme nöthig haben. Was den Vorzug der Laschen mit drei oder vier Bolzen betrifft, so haben die in Hannover deßhalb angestellten Versuche eine Verschiedenheit der Haltbarkeit nicht erkennen lassen, man hat sich jedoch zunächst für Laschen mit drei Schrauben entschieden, weil diese die billigsten sind. — Von der Form B (Fig. 387) versprach man sich mehr Stabilität, indeß ist es wegen ihrer geringen Höhe klar, daß sie weniger Tragkraft besitzt. Die Schienen der Braunschweig-Harzburger Bahn hatten diese Form, ebenfalls die der Leipzig-Dresdener Bahn, woselbst man sie aber auf Querschwellen legte.

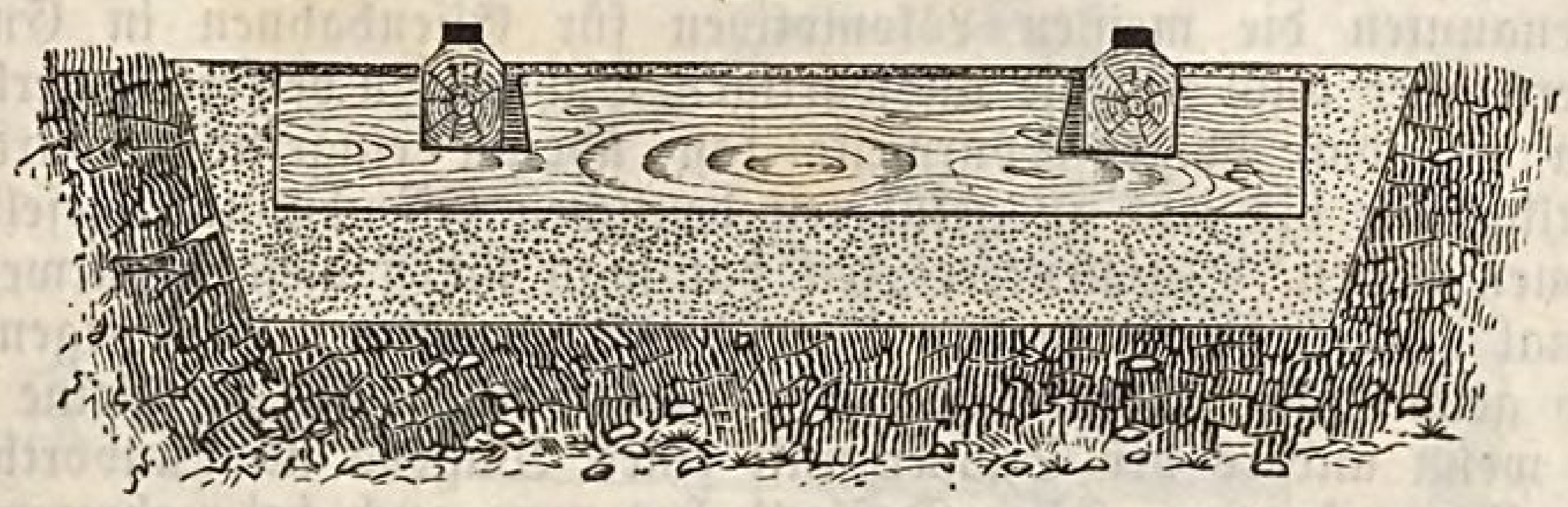
Das Abdrücken der Seitenkanten der Schienen will man namentlich durch die Hohlschienen (bridge-rails) C vermeiden, wobei man der Meinung war, daß durch diese Form bei gleichem Gewichte mit B die Tragkraft vergrößert würde, was allerdings nicht der Fall ist, und wovon namentlich die Great-Western-Bahn Zeugniß gibt, indem daselbst diese Schienen durch die gewichtigen Lokomotiven zerdrückt oder verbogen werden. In Deutschland hatte die Magdeburg-Leipziger Bahn diese Schienenform angenommen. D zeigt Evans Patentschiene, früher auf der Berlin-Frankfurter Bahn angewandt. Dabei ist die innere Aushöhlung schwalbenschwanzförmig gebildet und man befestigt sie nicht mit Haken oder Schrauben auf den Holzlangschwellen, sondern mittelst eines ebenfalls schwalbenschwanzförmig gebildeten Bolzens b, der durch die ganze Holzdicke geht und unterhalb mit Schraube und Mutter versehen wird. Letztere Befestigungsmethode hat indeß den Nachtheil, daß man bei Reparaturen oder Auswechslungen zur Seite der Schiene die ganze Unterbettung aufreißen muß.

Mit Ausnahme der badischen Bahnen sind in Deutschland die Brückschienen C und D fast ganz verschwunden und meist durch die breitbasigen Schienen A, ähnlich wie die der hannoverschen Bahnen Fig. 388 u. 389 ersetzt. In England hat fast allein die Great-Western Bahn (und auch deren jüngste Verlängerungen nach Chepstow und Swansea) die Brückschiene von mindestens 60 Pfd. Gewicht per Yard beibehalten, natürlich auch mit ununterbrochener Unterstützung durch Langschwellen und Befestigung der Schienenbasen durch Schrauben.

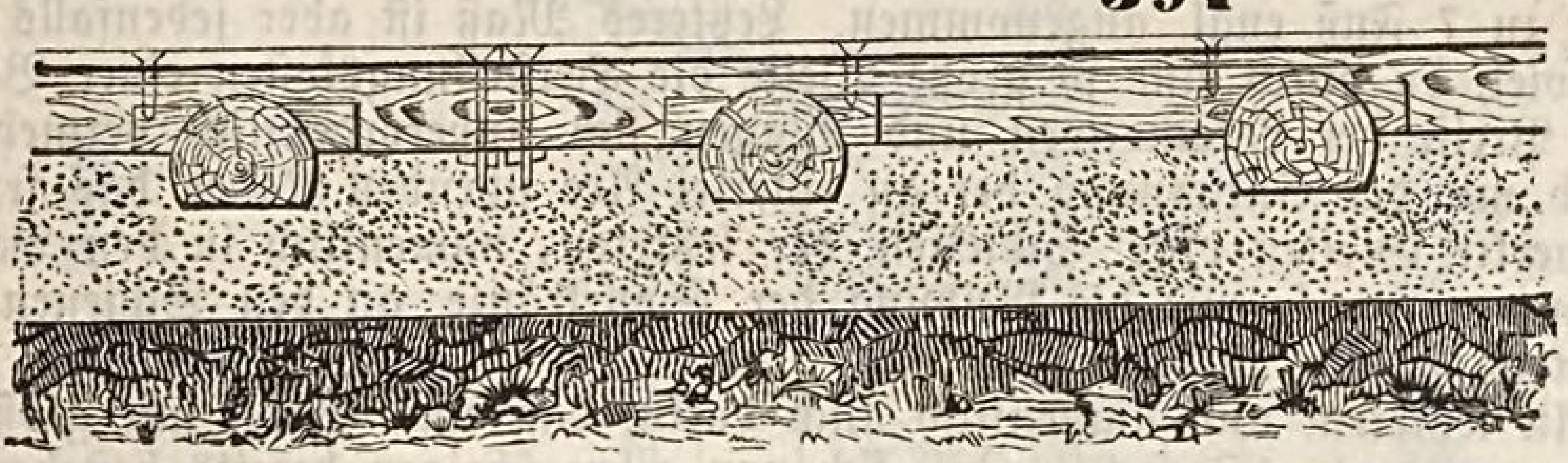
Für ununterbrochene Unterstützungen hat man in Amerika bei einem großen Theile der dort ausgeführten Eisenbahnen auf das Längenholz genagelte oder geschraubte schmiedeiserne Schienen, Fig. 390 und 391 von 2 bis 2½ Zoll Breite, ½ bis ¾ Zoll Stärke und 12 Fuß Länge angewandt.

So sinnreich und zweckmäßig aber auch dieß System ist und so sehr dasselbe selbst von Gerstner in seinen Berichten über amerikanische Eisenbahnen gerühmt und empfohlen wird, ist es doch mit Mängeln verbunden, welche ihre Ursachen in dem Materiale und in dem Systeme selbst haben, und die auch durch die vollkommenste Ausführung nicht

390



391



ganz zu vermeiden sind, wie die Erfahrungen in Deutschland hinlänglich bestätigen.

Mit Ausnahme der Gleise in Wagenschoppen und anderen inneren Räumen der Bahnhöfe kommt Oberbau mit derartigen Flachschienen gegenwärtig wenig oder gar nicht in Anwendung.

Was nun überhaupt das früher vermiedene Urtheil über ununterbrochene und unterbrochene Unterstützung der Schienen betrifft, so möchte namentlich für Deutschland, wo der Holzmangel immer fühlbarer wird, anzunehmen sein, daß dem letzteren der Vorzug gebührt, um so mehr noch als Querschwellen ein seitliches Ausweichen der Schienenstränge gänzlich vermeiden und überhaupt eine größere Stabilität der Bahn erzeugen.

Ganz neuerdings hat der Engländer W. Barlow, Ingenieur der Midland-Bahn, ein Oberbausystem eingeführt, wobei jede Holzunterstützung wegfällt und das ganze Bahngestänge nur aus Schmiedeisen besteht. Er wählt hierzu Ω Schienen oder Hohlschienen (bridge-rails), ähnlich wie C Fig. 387 nur mit dem Unterschiede, daß die Fußpartie sehr weit auseinander gezogen ist, die Seiten hohle, konkave Flächen bilden und ihr Gewicht mehr als bei allen bis jetzt bekannten Schienen, nämlich 90 bis 100 Pfund per Yard beträgt. Dabei haben diese Schienen eine Länge von 18 bis 22 Fuß und sind beide Stränge, um Spur zu halten, durch Stäbe aus 4 Zoll hohem Winkeleisen mit einander vereinigt; an den Stößen wird die Verbindung durch ähnliche 3 bis 4 Fuß lange Brückschienen wie die Hauptschiene vermittelt, indem erstere in letztere hineinpaßt und beide mit einander durch Niete verbunden sind. Mit derartigem Oberbau sind bereits (1852) in Cornwall 25 englische Meilen und in South-Wales 35 engl. Meilen ausgeführt. Jedenfalls wird in Betreff eines Gesammturtheils erst längere Erfahrung entscheiden müssen.

Ein wichtiger Gegenstand der Eisenbahnen ist die Spurweite, die Entfernung zwischen den beiden innersten, obersten Kanten der Schienen. Wie früher bemerkt, betrug diese bei den ersten Bahnen (Tram-Roads) nicht mehr als höchstens $3\frac{1}{2}$ Fuß, eine Entfernung, die sich mit der Einführung der Dampfwagen als Zugkraft erweitern mußte. Die ersten brauchbaren Dampfwagen wurden von Stephenson in England erbaut und von diesem eine Spurweite von 4 Fuß $8\frac{1}{2}$ Zoll englisch, die

gewöhnliche Weite der Wagenspur auf Landstraßen, festgesetzt. Da nun die Genannten die meisten Lokomotiven für Eisenbahnen in England, besonders aber auch für die auswärtigen Bahnen zu verfertigen erhielten, so kam es, daß obige Spurweite fast überall eingeführt wurde und namentlich alle bis jetzt ausgeführten deutschen Eisenbahnen dieselbe angenommen haben. In neuerer Zeit hat man indeß diese Spurweite für zu schmal erklärt, da sie in der That die Dimensionen der gegenwärtig ziemlich gewichtigen Lokomotiven sehr beschränkt, auch nur kleine Räder zuläßt, wenn anders der Schwerpunkt eines Wagens nicht unvortheilhaft hoch zu liegen kommen soll. Deßhalb hat man auch bei mehreren neueren Bahnen die Spurweite größer, ja bei der Great-Western Bahn sogar zu 7 Fuß engl. angenommen. Letzteres Maß ist aber jedenfalls viel zu viel, da durch eine so große Weite die Herstellungskosten einer Bahn, die Preise der Lokomotiven und Wagen sich außerordentlich vermehren, auch mit der Entfernung der an einerlei Axe sitzenden Räder das früher bemerkte Gleiten oder Schleifen der letzteren, namentlich in den Bahnkrümmungen, so wie die Reibung der Spurkränze an den Schienen bedeutend größer wird.

An letzterem und namentlich auch darin, daß eine Bahn mit größerer Spurweite als 4 Fuß 8½ Zoll sich von allen übrigen bereits bestehenden Bahnen isoliren würde, liegt es jedenfalls, daß man fast bei allen deutschen Eisenbahnen die schmale Spurweite beibehalten, ja sie sogar neuerdings gesetzlich gemacht hat, obwohl eine Weite von 5 bis 5½ Fuß den Vorzug verdient hätte.

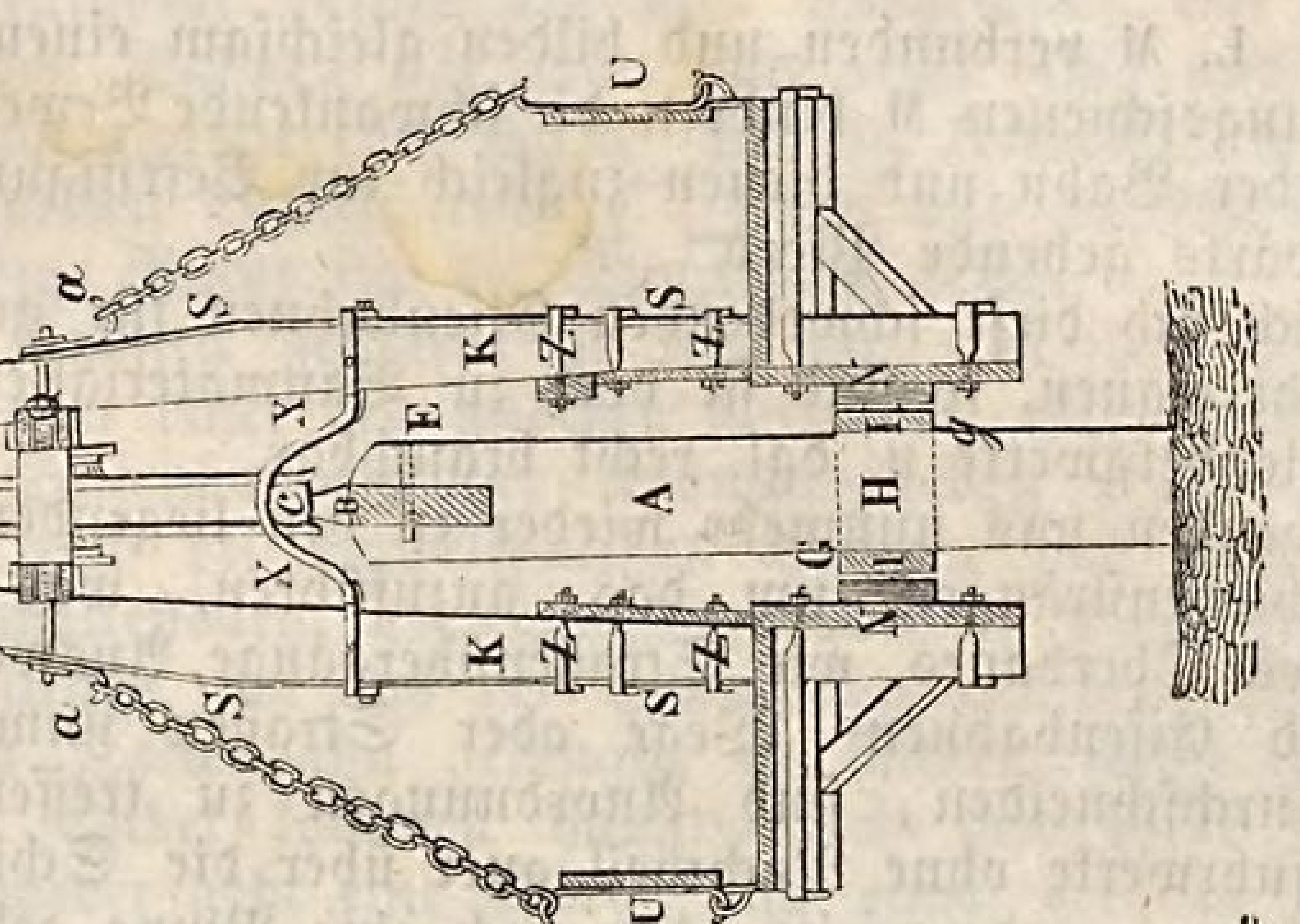
Zur Zeit hat in Deutschland nur noch Baden eine Spurweite von 5 Fuß 2¾ Zoll engl. In Irland haben sämmtliche Bahnen eine Spurweite von 5 Fuß 3 Zoll engl., während alle englischen Bahnen, mit Ausnahme der erwähnten Great-Western Bahn, ebenso wie die deutschen die schmale Spurweite von 4 Fuß 8½ Zoll adoptirt haben.

Ist die Spurweite einer Bahn festgesetzt, so läßt sich die obere oder Kronenbreite E E der Dämme Fig. 366 leicht bestimmen. Nimmt man nämlich bei einer doppelspurigen Bahn den Raum I, K zwischen den beiden Schienensträngen zu 6 bis 8 Fuß, die Breite E, H an den Außenseiten der Schienen oder die sogenannten Bankets zu 4 bis 5½ Fuß, so beträgt die Kronenbreite bei 4 Fuß 8½ Zoll Spurweite 23 bis 28½ Fuß.

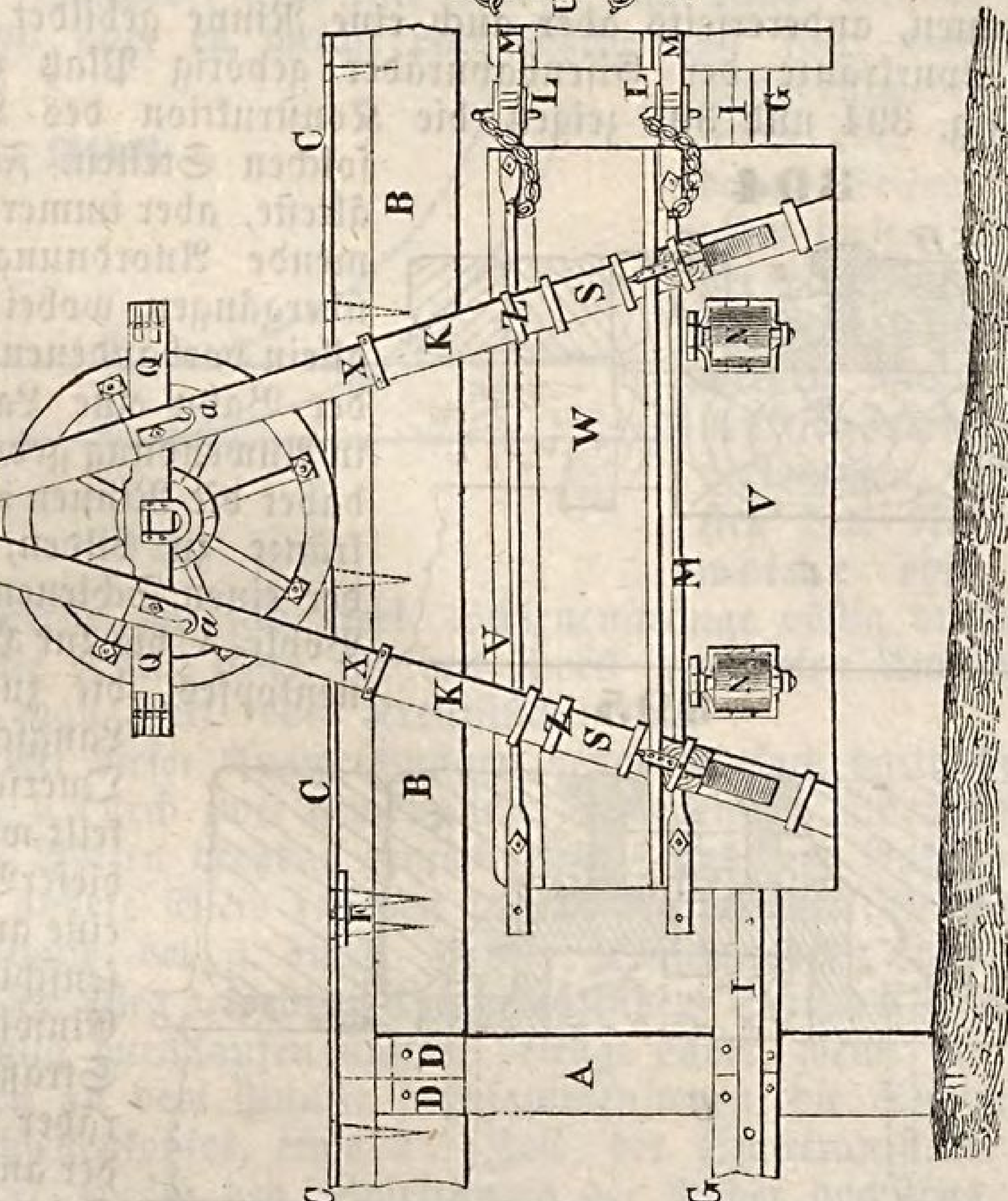
Außer den bis jetzt beschriebenen Systemen von Eisenbahnen verdient ein von allen diesen abweichendes angeführt zu werden, welches der baierische Ober-Bergrath von Bader angegeben, der Ingenieur Palmer in England aber zuerst ausgeführt hat. Hierbei besteht die Bahn aus einem einzigen Schienenstrange, welcher über der Erdoberfläche auf einem Gerüste befestigt ist, weßhalb man das Ganze auch schwebende Eisenbahn genannt hat. Die Wagen haben nicht mehr als zwei Räder (eines hinter dem anderen) oder gar nur Ein Rad und auf jeder Seite sind tiefhängende Behälter angebracht, in welche die zu transportirenden Waaren geladen werden, die daher ein ziemlich gleiches Gewicht haben müssen. Der Betrieb dieser Bahn geschieht mittelst Pferden, die zur Seite gehen und an einem langen Seile ziehen.

Fig. 392 und 393 sind Abbildungen dieser Bahn nebst den zugehörigen Wagen, wie man sie beim Festungsbaue in Posen benutzt hat, und zwar zeigt erstere Figur die Seitenansicht, letztere einen Vertikaldurchschnitt derselben. Was die Bahn und ihren Unterbau betrifft, so sind A, A vertikalstehende, hölzerne Ständer, die bis zu ⅓ ihrer Höhe in die Erde eingelassen sind und 12 Fuß von einander entfernt stehen. Oberhalb derselben ist eine starke eichene Bohle B auf die hohe Kante eingelassen, auf welcher die schmiedeiserne 1½ Zoll breite und ¼ Zoll dicke

393



392



Schiene C mittelst Schrauben befestigt ist. Die Verbindung zwischen Bohlen und Ständern geschieht überdieß durch Bolzen D, E. An den Enden F sind die Schienen schief zusammengestoßen und unter die Fugen Eisenstücke gelegt. An die Ständer A sind Seitenbretter G, G und auf diese wieder Schienen I, I genagelt, welche zur Leitung des Wagens und zugleich zur Verminderung der dabei entstehenden Reibung dienen. Die Wagen dieser Bahn sind aus vier starken Bäumen K gebildet, die bei P in eine Spitze zusammenlaufen und daselbst entsprechend verbunden sind. Gegen äußere Beschädigungen sind die Bäume durch Eisenschienen S gesichert.

Das Rad dieses Wagens liegt mit den Zapfen seiner Axe in dem Rahmen Q, Q. Ein unter dem Rade angebrachter eiserner Bügel X hält die Bäume K, K aus einander und gibt dem Wagen seinen ganzen Halt. W und V sind Seitenbretter des Wagens, wovon letzteres Friktionsrollen N, N trägt, die das Schwanken des Ganzen verhindern und an der Schiene I eine Bahn finden. Zwei solche Wagen sind immer durch ein

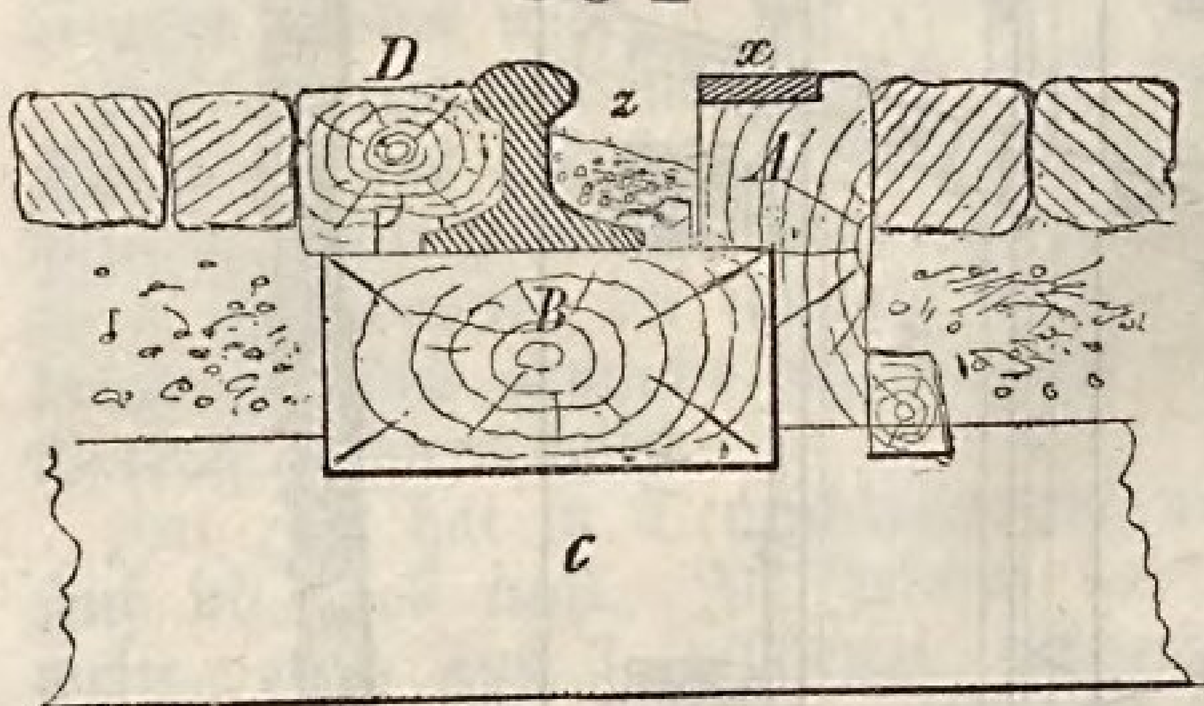
Charnier L, M verbunden und bilden gleichsam einen Doppelwagen, die Verbindungsschienen M hindern die schwankende Bewegung in der Längenrichtung der Bahn und dienen zugleich zur Befestigung der Zugleine für das seitwärts gehende Pferd.

Obgleich sich diese schwebenden Eisenbahnen für große Personentransporte nicht eignen, so sind sie doch zu Baumaterialien-Transporten, für Steinkohlenbergwerke u. dgl. recht brauchbar.

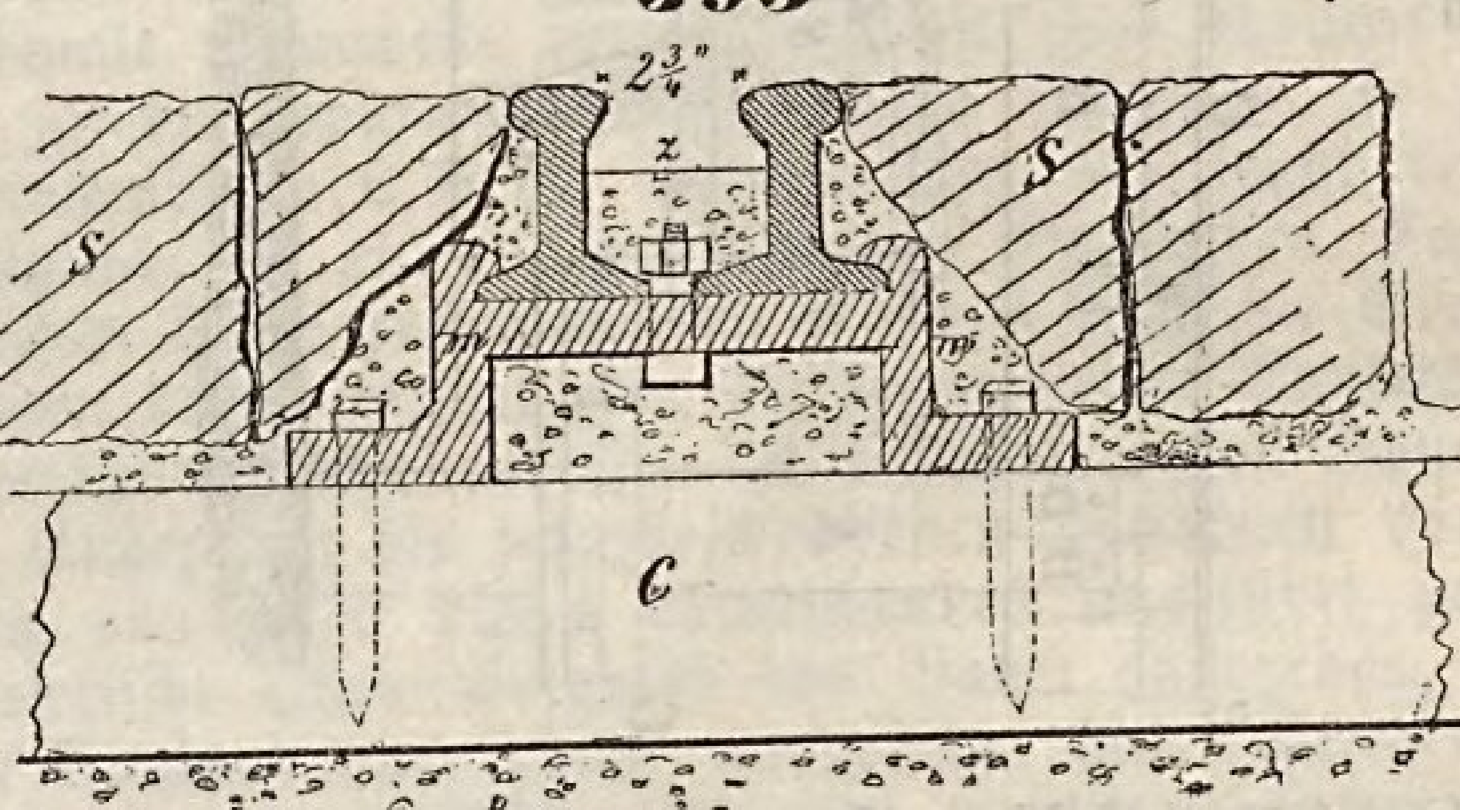
Wir wenden uns nunmehr wieder zu den liegenden, oder Bahnen mit zwei Schienensträngen, um das anzuführen, was sich auf besondere Theile des Oberbaues, wie Straßenübergänge, Ausweichen u. dgl. bezieht.

Sobald Eisenbahnen Wege oder Straßen unmittelbar in gleicher Ebene durchschneiden, sind Anordnungen zu treffen, damit einerseits Straßenfuhrwerke ohne Nachtheil quer über die Schienen der Eisenbahn fahren können, andererseits aber auch eine Rinne gebildet wird, in welcher die Spurkränze der Eisenbahnräder gehörig Platz zur Bewegung finden. Fig. 394 und 395 zeigen die Konstruktion des Oberbaues an solchen Stellen. Fig. 394 ist die älteste, aber immer noch vorkommende Anordnung von Wegeübergängen, wobei statt der sonst allein vorhandenen Querschwellen der Bahn eine Langschwelle mit in Anwendung gebracht wird. Um dabei die Rinnen z für die Spurkränze zu bilden, legt man an der einen Schienenseite eine starke Bohle A bis zur Höhe des Schienenkopfes, die zugleich mit der Langschwelle B in die Querschwelle C festgekeilt wird. Die Fläche dieser Bohle wird durch eine aufgenagelte Eisenschiene x vor den Einwirkungen der Straßen-Fuhrwerksräder geschützt. Auf der anderen Seite der Schiene füllt man das Profil derselben bis zur Höhe der Oberkante mit einem durchgehenden Balken D ganz aus. Diese Anordnung hat besonders den Uebelstand, daß sich die Schienen bald in die Langschwellen B eindrücken. Man legt deßhalb in neuerer Zeit, unter anderen bei den hannoverschen Bahnen, nach Fig. 395 die Schienen in einen gußeisernen Lagerstuhl m und bildet die nöthige ($2^3/_4$ Zoll weite) Rinne *) z durch eine zweite Schiene, die parallel der Hauptschiene ist und zugleich mit im Stuhle liegt. Wie der Stuhl m auf die Schwelle C festgenagelt und die Schienen durch Schrauben auf dem Stuhle befestigt werden, erhellt hinlänglich aus unserer Figur. Das Steinpflaster S geht dabei ganz bis an die Schienenköpfe und alle sonst

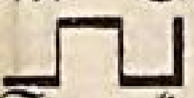
394



395

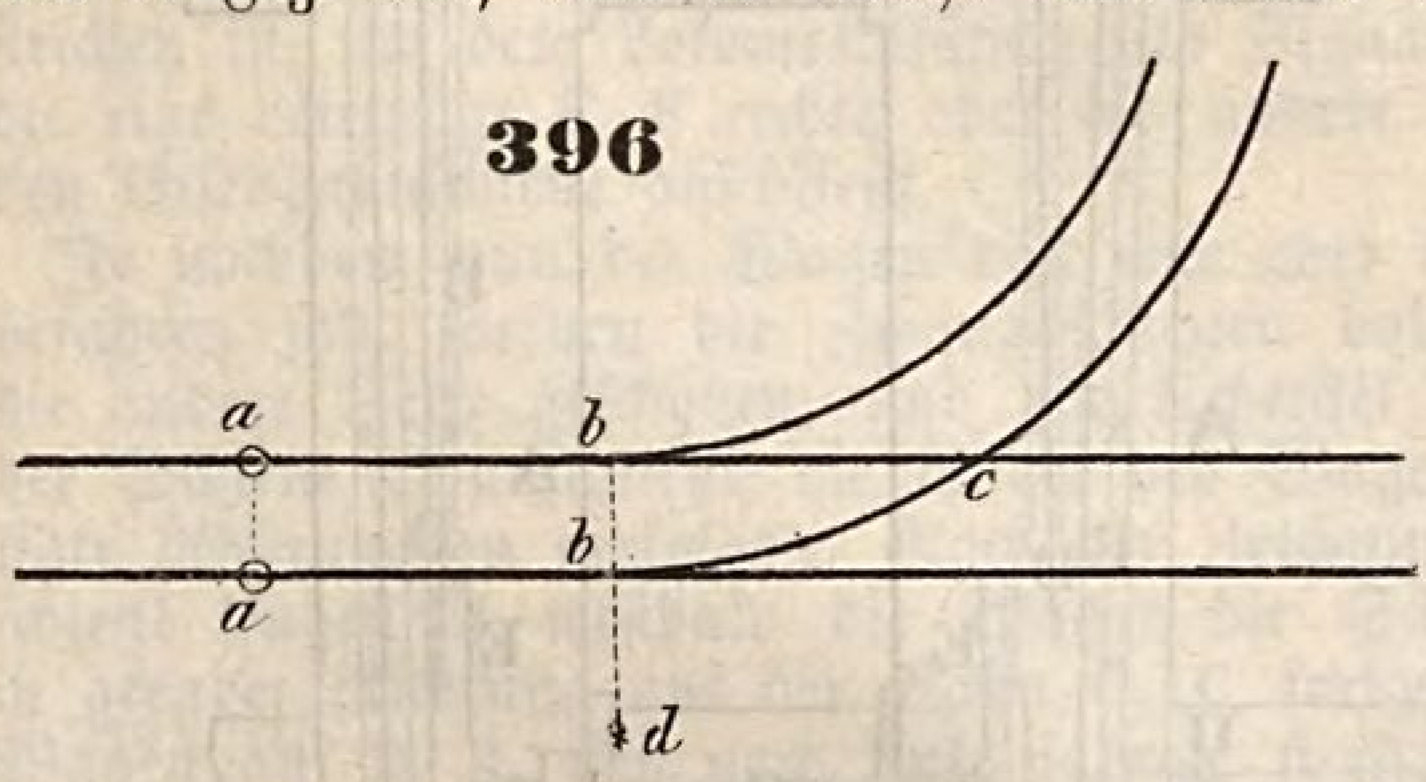


*) Eine zu weite Rinne ist für die Pferde, eine zu enge für die Eisenbahnwagen gefährlich. Die Weite der Rinne von $2^3/_4$ Zoll hannov. oder $2^5/_8$ Zoll englisch ist von der bereits mehrmal erwähnten Berliner Versammlung deutscher Eisenbahntechniker festgestellt worden.

entstehenden Zwischenräume werden mit Kies ausgefüllt. Bei mehreren der neuen preußischen Bahnen hat man, um recht billig und sicher zu bauen, für die Wegübergänge eine eigene Schiene konstruirt, welche fast die Form einer doppelten Brückschiene  hat und zugleich die Fahrschiene wie die nöthige Rinne für die Spurkränze bildet.

Bei einspurigen Bahnen geschieht es sehr oft, daß zwei Wagenzüge einander begegnen, oder einer den anderen überholen muß, weßhalb von der Hauptbahn ab Seitenbahnen oder Ausweichestellen angebracht werden müssen. Aber auch bei doppelspurigen Bahnen sind namentlich in den Bahnhöfen, Anhaltestellen, Trennungsstationen :c., wo zwei, drei, vier und mehr Bahnen liegen, um aus der Hauptbahn mit dem Wagenzuge nach jeder beliebigen Seitenbahn gelangen zu können, solche Ausweichstellen nothwendig. Dabei kommen hauptsächlich drei Fälle der Ausweichung vor. Entweder geht eine Kurve aus einer geraden Linie ab, wie in Fig. 396, oder es weicht eine Kurve aus einer anderen, wobei beide entweder nach einer Seite oder nach verschiedenen Seiten laufen. In allen diesen Fällen ist es der bewegliche Theil a, b, welcher besonders beachtet werden muß, wo Konstruktionsverschiedenheiten vorkommen, und der speziell den Namen Ausweiche oder Weiche erhält. Die Stelle, wo sich zwei Schienenstränge völlig durchschneiden, wird im Punkte c mit einer für den Zweck geeigneten Anordnung versehen, welche man Herz- oder Kreuzstück nennt.

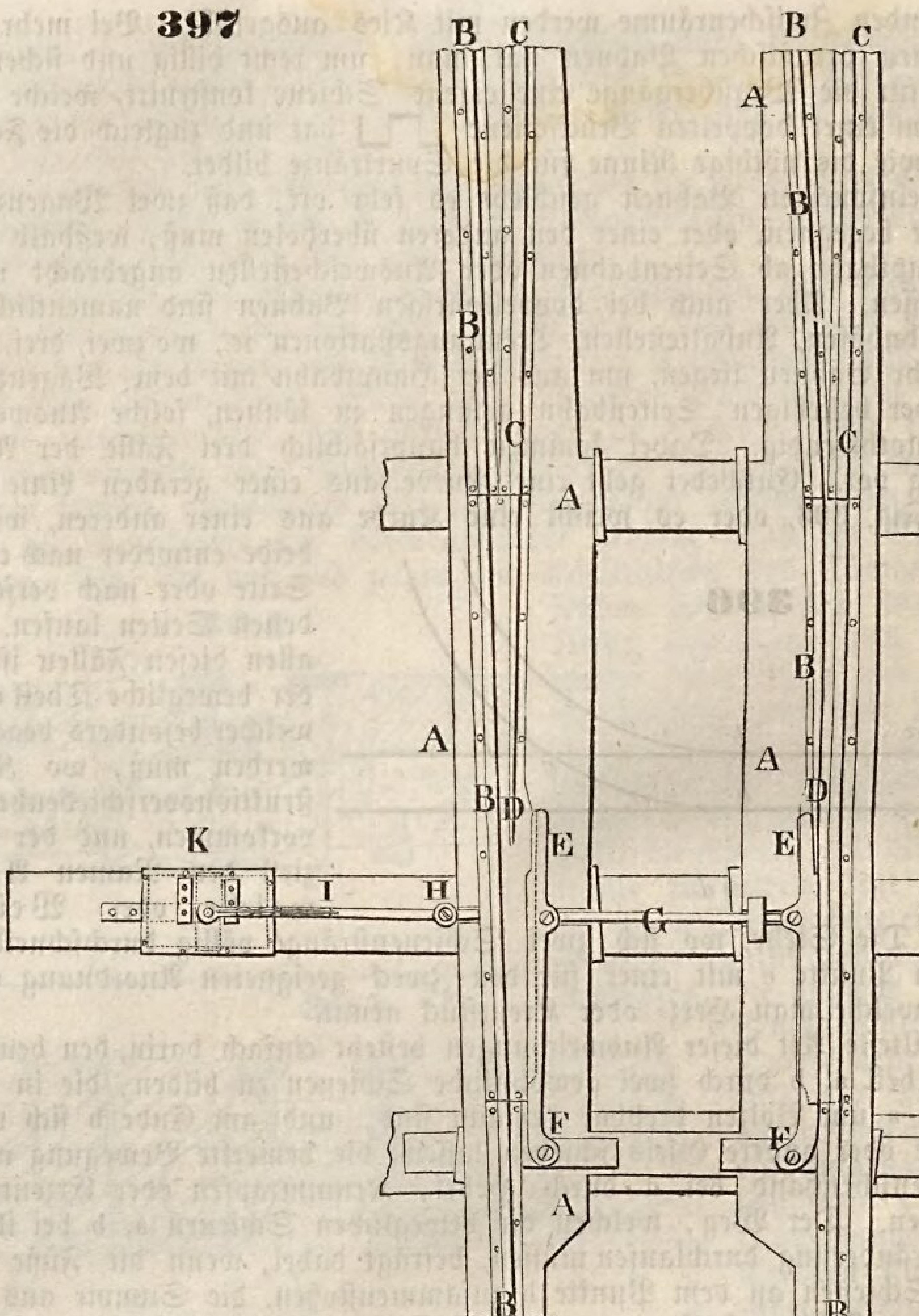
396



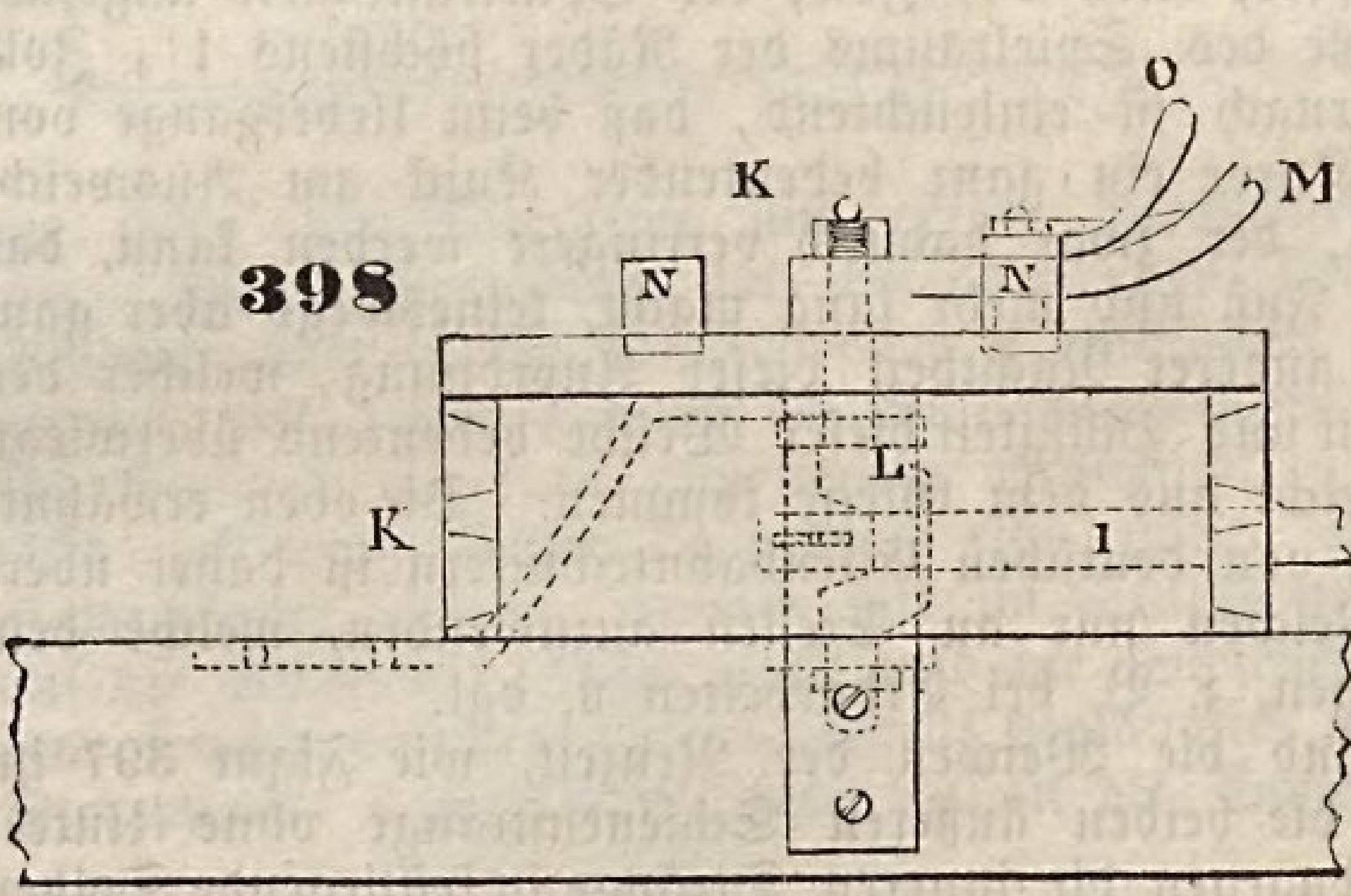
Die älteste Art dieser Ausweichungen besteht einfach darin, den beweglichen Theil a, b durch zwei gewöhnliche Schienen zu bilden, die in den Punkten a um Bolzen drehbar gemacht sind, und am Ende b sich vor das eine oder andere Gleis schieben lassen; die bemerkte Bewegung wird von Menschenhand bei d durch Hebel, Krummzapfen oder Exzentriks übertragen. Der Weg, welchen die beweglichen Schienen a, b bei ihrer Lagenveränderung durchlaufen müssen, beträgt dabei, wenn die Füße der beiden Schienen an dem Punkte b zusammenstoßen, die Summe aus der Breite des Schienenkopfes, etwa $2\frac{1}{2}$ Zoll, der Spurkranzstärke ungefähr 1 Zoll, und der Größe des Spielraums der Räder höchstens $1\frac{1}{4}$ Zoll, mithin $4\frac{3}{4}$ Zoll. Hiernach ist einleuchtend, daß beim Uebergange vom geraden Gleis in die Kurve ein ganz bedeutender Knick am Ausweichpunkte stattfinden muß, der zwar dadurch verringert werden kann, daß man a b wohl bis 21 Fuß und mehr lang macht, keineswegs aber ganz zu beseitigen ist. Ein anderer Nachtheil dieser Anordnung, welcher den Vortheil der Einfachheit und Billigkeit dieser Weiche bedeutend überwiegt, ist der, daß die Züge leicht aus dem Gleise kommen. Die oben erwähnte Berliner Versammlung von deutschen Eisenbahntechnikern ist daher übereingekommen, diese Weichen nur an Stellen anzuwenden, welche dem Verkehre ganz fern liegen, z. B. bei Erdarbeiten u. dgl.

Entschieden besser sind die Weichen der Neuzeit, wie Figur 397 im Grundriß zeigt, wobei die beiden äußeren Schienenstränge ohne Unterbrechung durchlaufen, dagegen die inneren Stränge in festliegende Spitzen D auslaufen, und die Bestimmung der Gleise durch drehbare Stücke F E, die sogenannten Zwangschienen erfolgt. Das Weitere dieser Anordnung besteht in Folgendem. A, A zeigt eine gußeiserne Platte, die gehörig

397



398



auf Unterlagen befestigt ist, worauf die ganze Ausweichvorrichtung nebst den zugehörigen Schienentheilen ruht. B, B und C, C sind zwei verschiedene Gleise, wovon das erstere nach links, das letztere gerade aus führt. Von diesen Gleisen läuft immer ein innerer Strang in eine Zunge D, D aus. E, E sind zwei Stäbe, die als Leitzungen oder Zwangsschienen dienen und welche auf der Platte A, A um F drehbar sind. Die Bewegung dieser Zwangschienen geschieht immer zugleich, da sie durch einen

unbiegsamen Stab G mit einander verbunden sind. Der Stab oder Arm G geht in einer Vertiefung der Platte A nach außen fort und endigt sich in ein Charnier H, woselbst ihn eine Zugstange I umfaßt, die mit einem im Kasten K befindlichen Exzentrik oder einer Kurbel in Verbindung steht und von diesem aus verschoben werden kann. Den Exzentrikkasten K zeigt Fig. 398 von der Seite aus gesehen, in größerem Maßstabe gezeichnet. Daselbst erkennt man das Exzentrik oder die Kurbel L, und zugleich, wie dieselbe von dem Ende der Stange I umfaßt wird. An der Kurbelaxe befindet sich eine Handhabe M, welche abgebrochen gezeichnet ist, um erstere entsprechend bewegen zu können. Die Vorsprünge N dienen zur Feststellung der Handhabe, wenn sie nach der einen oder der anderen Seite gerichtet oder die Weiche entsprechend gestellt ist, wozu überdieß ein kleiner Griff O benutzt wird. An der Verlängerung der Handhabe M, die höher hinauf senkrecht gerichtet ist, befindet sich gewöhnlich eine Tafel, die auf jeder Seite mit einer anderen Farbe bestrichen ist, um dem Lokomotivführer als Signal zu dienen, daß entweder die eine Leitzunge E, F rechts oder die andere links sich der durchgehenden Eisenbahnschiene anschließt.

Je nachdem nun der Wagen das eine oder das andere Schienenpaar befahren soll, werden die Zwangsschienen bald auf die eine, bald auf die andere Seite geschoben, und ein Schenkel wird dadurch, daß er sich der Schiene fest anschließt, die Räder des Wagens zwingen, die beabsichtigte Richtung zu verfolgen. Nach der Zeichnung ist die rechte Zwangsschiene eingestellt, weßhalb die Wagen die Schienen B, B verlassen und in gerader Richtung auf der Bahn C, C fortgehen werden. Sollen die Wagen auf B, B, also nach links fahren, so ist einleuchtend, daß sich die linke Zwangsschiene anschließen muß.

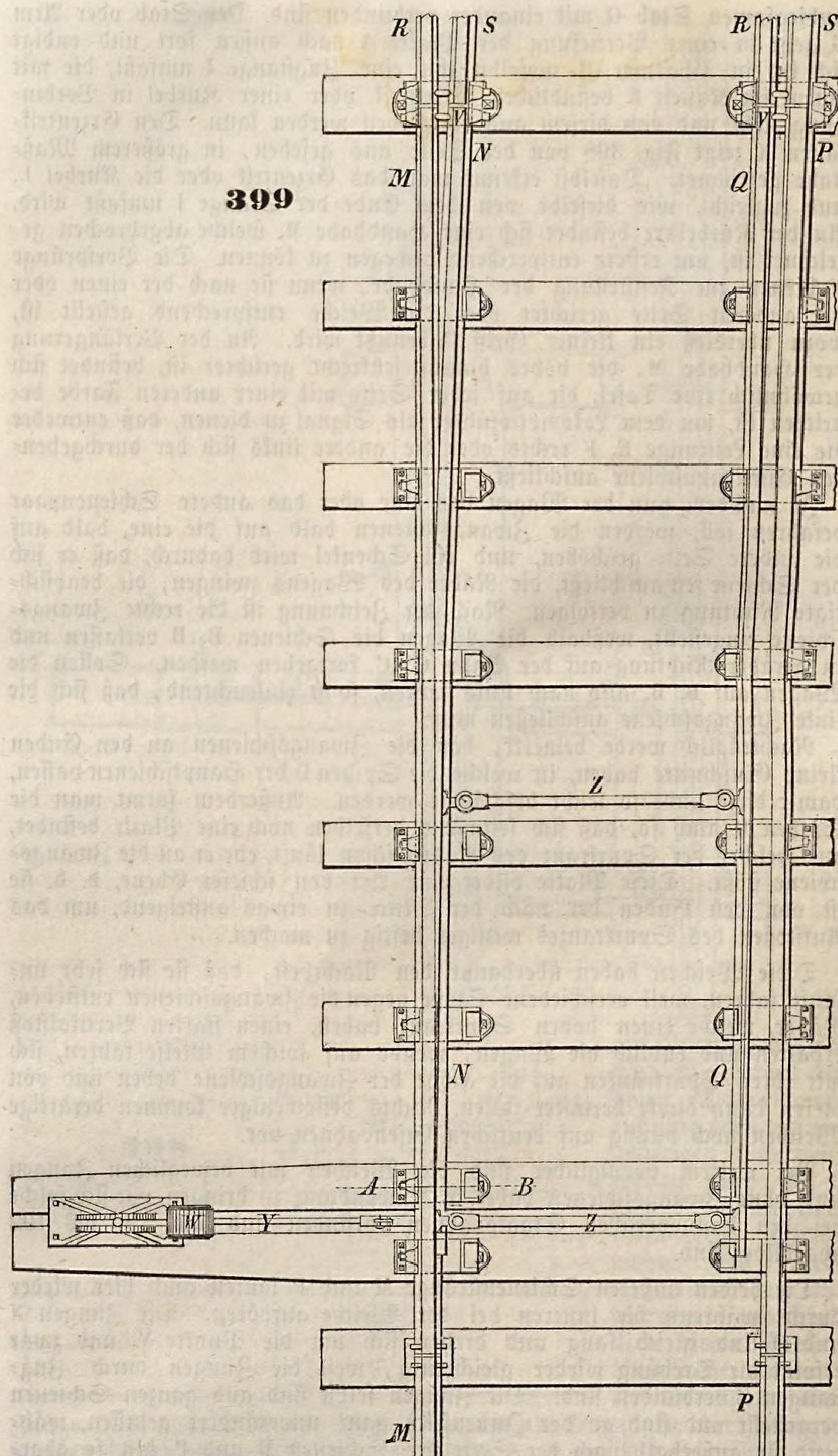
Nachträglich werde bemerkt, daß die Zwangsschienen an den Enden kleine Einschnitte haben, in welche die Spitzen D der Hauptschienen passen, damit diese nicht so leicht beschädigt werden. Außerdem formt man die Spitzen D auch so, daß sich seitwärts derselben noch eine Platte befindet, auf welcher der Spurkranz des Rades schon läuft, ehe er an die Zwangsschiene stößt. Diese Platte bildet eine Art von schiefer Ebene, d. h. sie ist von den Enden her nach der Mitte zu etwas ansteigend, um das Aufstoßen des Spurkranzes weniger heftig zu machen.

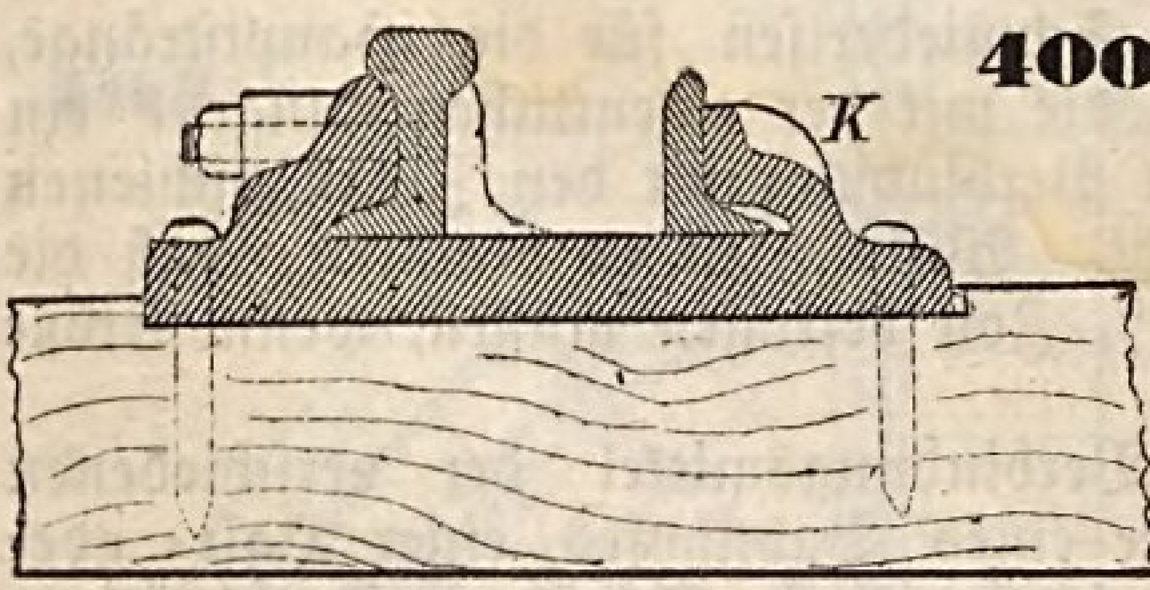
Diese Weichen haben überhaupt den Nachtheil, daß sie sich sehr unsanft fahren, weil verschiedene Stöße gegen die Zwangsschienen entstehen, Räder, welche einen hohen Spurkranz haben, einen starken Vertikalstoß erhalten und endlich die Wagen, welche auf solchem Gleise fahren, sich mit ihren Spurkränzen auf die Höhe der Zwangsschiene heben und von diesen dann direkt herunter fallen. Nichts destoweniger kommen derartige Weichen noch häufig auf deutschen Eisenbahnen vor.

Bei weitem vorzüglicher sind die Weichen mit beweglichen Zungen und ohne Zwangsschienen dabei in Anwendung zu bringen, wie sich solche bei den hannoverschen Staatsbahnen vorfinden und Fig. 399 bis 402 abgebildet sind.

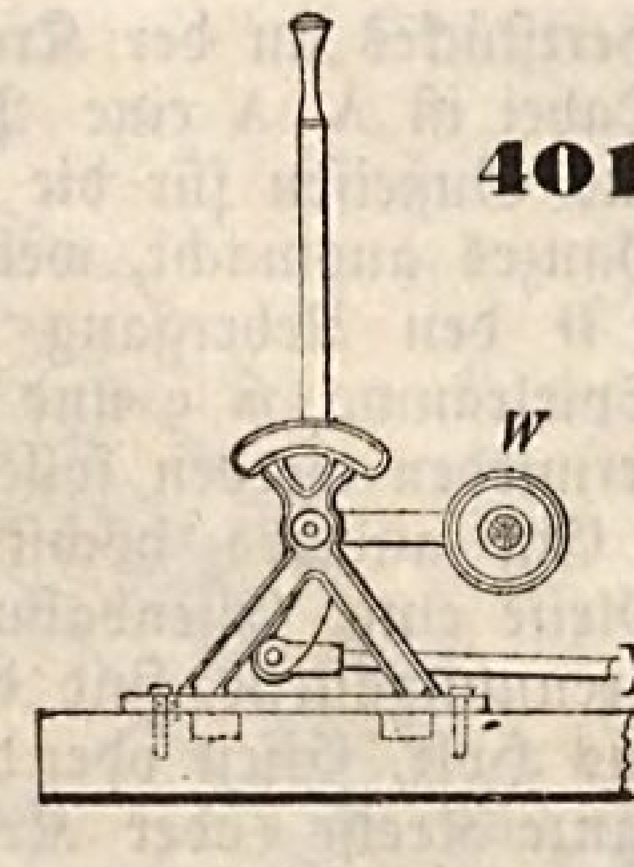
Die beiden äußeren Schienenstränge M und P laufen auch hier wieder durch, während die inneren bei der Weiche aufhören. Die Zungen N und Q sind gleich lang und drehen sich um die Punkte V, und zwar erfolgt die Drehung wieder gleichzeitig, weil die Zungen durch Zugstangen Z verbunden sind. Die Zungen selbst sind aus ganzen Schienen hergestellt und sind an der Innenseite ganz unverändert gelassen, während sie außerhalb nach der Seite der Schienen M und P hin so abgearbeitet sind, daß sie sich ganz an die festen Schienen M und P legen

399



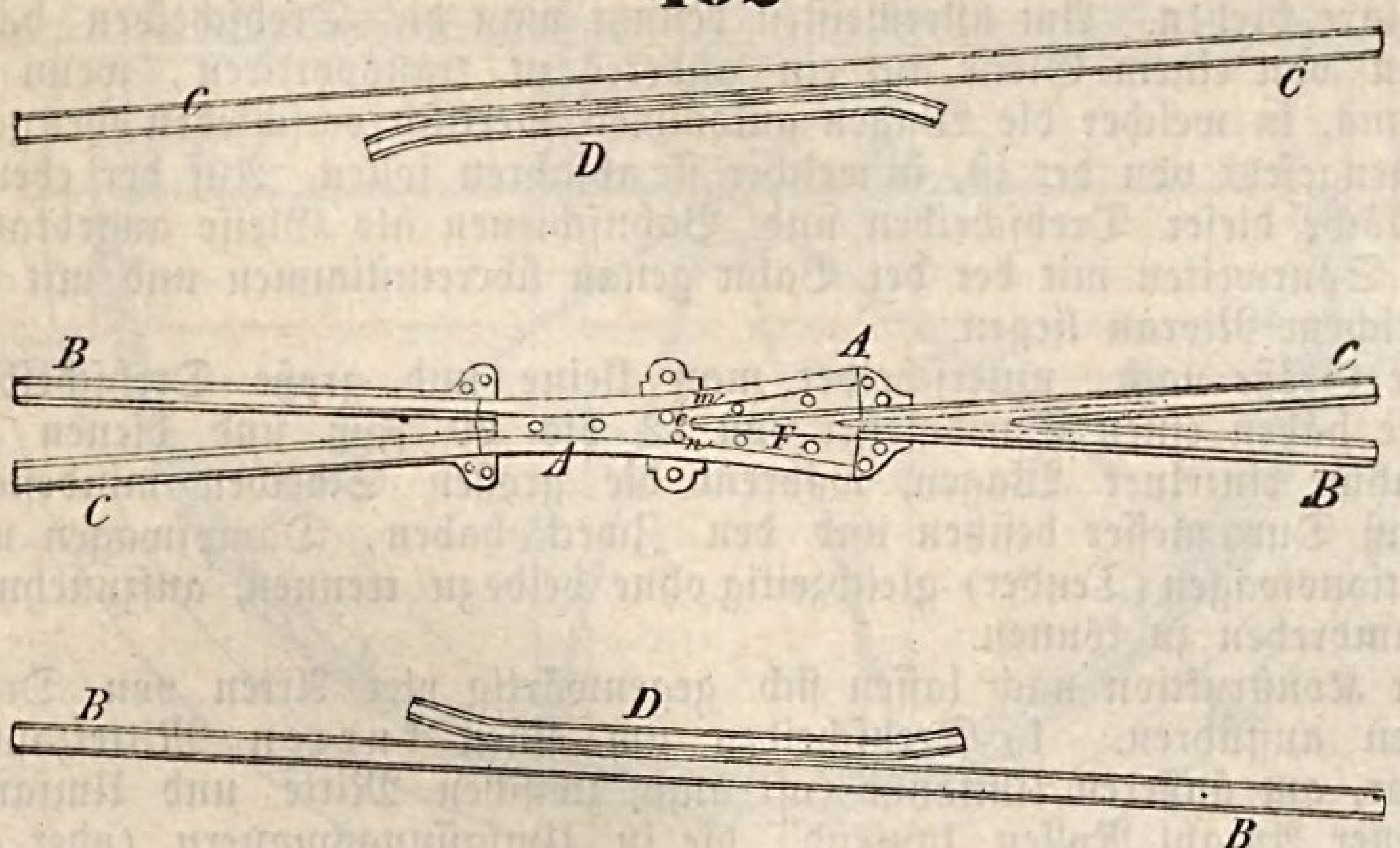


400



401

402



können, so daß sich, völlig eingerückt, an der inneren Seite der Schiene keine Unterbrechung zeigt.

Kommt bei diesen Weichen der Zug von einer solchen Seite, daß die Weiche nicht die richtige Lage hat, so wird der Spurkranz der Räder die eingerückte Zunge zur Seite ab, dagegen die richtige Zunge anschieben, so daß ein aus dem Gleisekommen, durch die Falschstellung, nicht zu befürchten ist. Bei der Stellung der Weiche in der Zeichnung 399 würde der gedachte Fall eintreten, wenn ein Zug von R aus kommt und die Weichenstelle passiren will, indem die Weiche für diese Richtung nicht eingestellt ist, wohl aber für die Richtung M S, S P. Die Weiche wird hierdurch gleichsam selbstthätig, indem auch die in der Figur gezeichnete Lage der Zunge N, vermöge eines Gegengewichtes W (Fig. 401) und der Zugstangen Y, Z sich von selbst wieder herstellt, sobald das Rad, welches die Zunge N zur Seite schob, die Stelle Y Z passirt hat

Figur 400 zeigt in vergrößertem Maßstabe den Durchschnitt der Weiche nach der Richtung A B von Fig. 399, und zwar für den Fall der Weichenstellung, daß die Zunge N abgeschoben und die Q eingeklinkt ist, ein Zug also auf den Strängen M R und P Q R passiren soll. Da sich bei geringer Aufmerksamkeit unter der Brücke K von Fig. 400 leicht Schmutz ansammelt (?) und dadurch die Weiche zum Theil unwirksam gemacht werden kann, so hat man an mehreren Stellen der hannoverschen Bahnen dieß Stück ganz weggeschlagen. Wichtig ist es, daß das Zungenende unter den Schienenkopf tritt, wie Fig. 400 punktirt gezeichnet ist, damit die Zunge nicht den ganzen Raddruck erfährt, was freilich voraussetzt daß die Schienenköpfe entsprechend gestaltet sind.

Fig. 402 zeigt endlich die Anordnung eines bereits vorher erwähnten

Herzstückes an der Kreuzungsstelle zweier Schienenstränge B B und C C. Dabei ist A A eine Platte (aus Schmiedeeisen für die Hauptstränge, aus Gußeisen für die Nebengleise), die mit der eigentlichen Zunge F ein Ganzes ausmacht, welche letztere in Verbindung mit den Zwangsschienen D D den Uebergang möglich macht. Wichtig ist zu beachten, daß die Spielräume m c und n c etwa 2¼ Zoll betragen müssen, wenn Stöße vermieden werden sollen.

Ein anderes höchst wichtiges Verbindungsmittel der verschiedenen Gleise einer Eisenbahn, insbesondere eines Bahnhofes, einer Halt- oder Trennungsstelle, sind die Drehscheiben, d. h. Scheiben (Drehbrücken) aus Holz, Eisen oder der Kombination dieser beiden Materialien bestehend, ganze Kreise (oder Kreiszonen) bildend, die sich stets um eine vertikale Mittelaxe drehen. Am allermeisten benutzt man die Drehscheiben dazu, Wagen von einem Gleise auf ein anderes zu transportiren, wenn die Richtung, in welcher die Wagen ankommen, merklich verschieden oder ganz entgegengesetzt von der ist, in welcher sie abfahren sollen. Auf der ebenen Oberfläche dieser Drehscheiben sind Bahnschienen als Gleise angebracht, deren Spurweiten mit der der Bahn genau übereinstimmen und mit ihr in gleichem Niveau liegen.

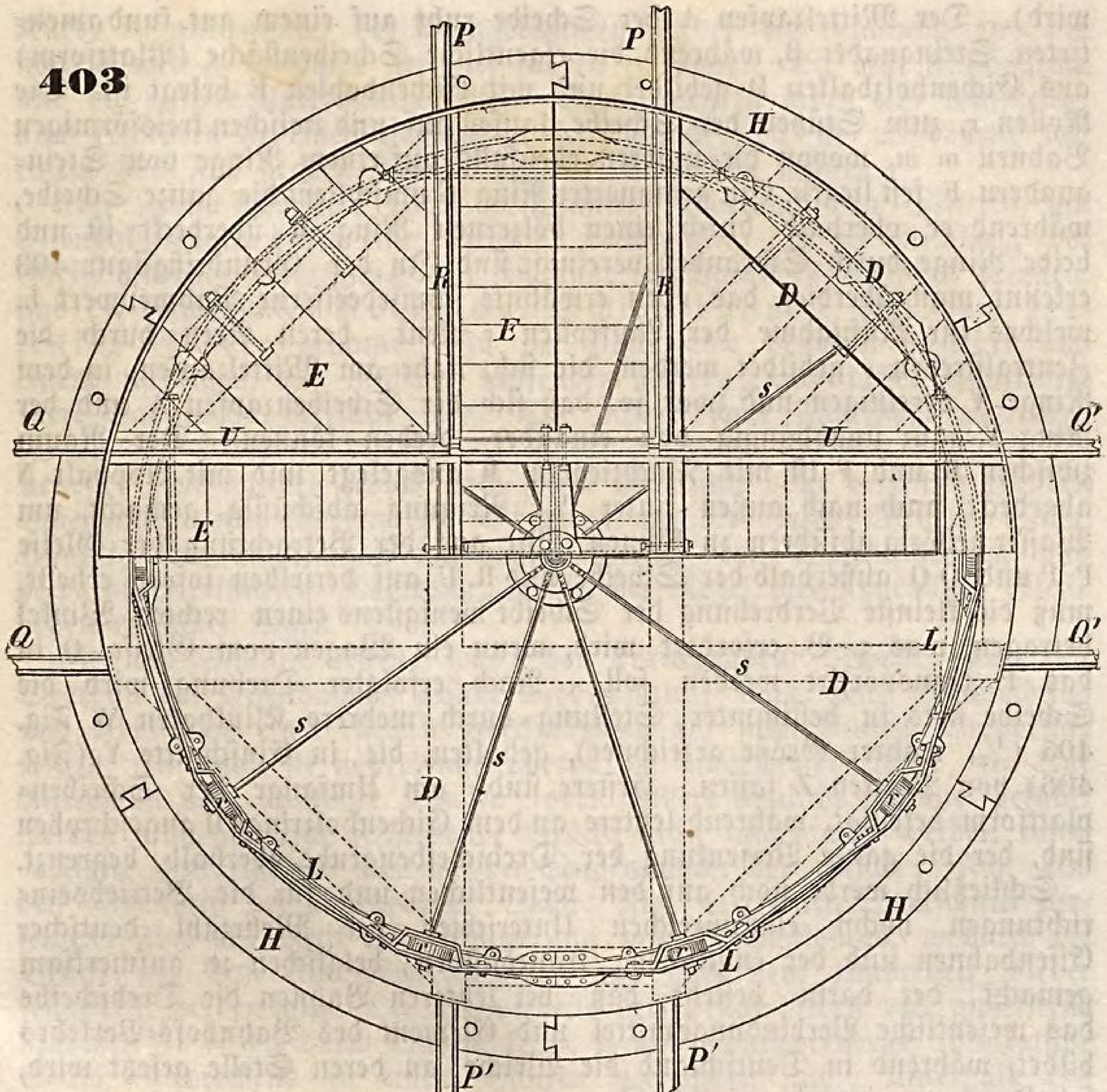
Der Größe nach unterscheidet man kleine und große Drehscheiben. Erstere haben einen Durchmesser von 12 bis 20 Fuß und dienen zur Aufnahme einzelner Wagen, während die großen Scheiben mindestens 30 Fuß Durchmesser besitzen und den Zweck haben, Dampfwagen und Munitionswagen (Tender) gleichzeitig ohne beide zu trennen, aufzunehmen und umdrehen zu können.

Der Konstruktion nach lassen sich gegenwärtig vier Arten von Drehscheiben aufführen. 1) Drehscheiben um einen kurzen Mittelzapfen drehbar, am äußeren Umfange (oft auch zwischen Mitte und Umfang) auf einer Anzahl Rollen laufend, die in Umfassungsmauern (oder am Boden) fest gelagert und um ihre eigenen Axen drehbar sind, ohne ihre Stelle zu verändern; 2) solche wobei die Hängelager der Laufrollen an der Scheibe befestigt sind; 3) solche, wo die Laufrollen an den Scheiben nicht festsitzen, sondern ihre Lager in einem eisernen Rahmenwerke finden, während die Axen der einzelnen Rollen durch Zentralstangen gebildet werden, die sich sämmtlich in einem Ringe vereinigen, der den Mittelzapfen frei umfaßt. Die Rollaxen laufen dann halb so schnell als die Scheibe, welche auf ihren Umfängen aufliegt. 4) Endlich Scheiben, welche um einen verhältnißmäßig weit nach unten reichenden Mittelzapfen (versenkten Spurzapfen) drehbar sind, und wobei dieser Zapfen unmittelbar unter der Scheibe noch durch eine Art Halslager gestützt wird. Es entspricht diese letztere Anordnung den sogenannten fest- und freistehenden Krahnen.

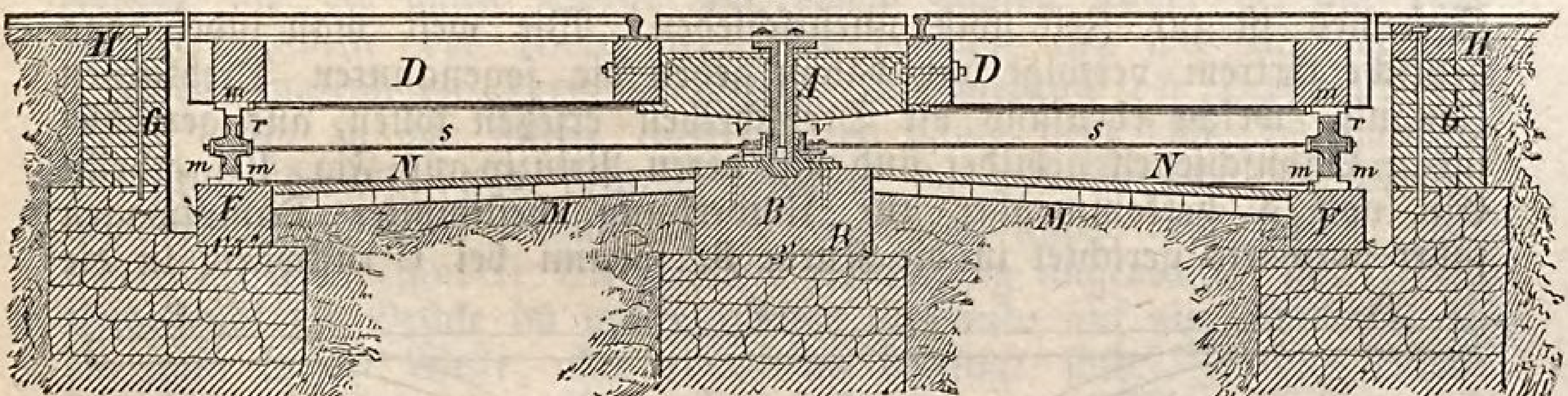
Die Gattung 1 ist zwar sehr stabil, der großen Reibung wegen aber die unvollkommenste; die 4 die mechanisch vollkommenste, aber auch leicht unstabil werdende, stark zu konstruirende und daher theuerste. Die Gattung 2 vereinigt die Vortheile von 1 und 4, und wird daher besonders für Drehscheiben von großem Durchmesser angewandt. Die Gattung 3 ist noch vollkommener als 2, eignet sich aber eigentlich nur für Scheiben von kleinem Durchmesser, indem bei größerem Durchmesser die Zahl der Zentralstreben ꝛc. zu groß wird.

Die in Fig. 403 bis 405 (in $^1/_{72}$ wahrer Größe) abgebildete Drehscheibe gehört dem letzten Systeme an und ist in der Konstruktionsweise ausgeführt, wie solche auf den hannoverschen Bahnen (bis jetzt) gebräuchlich war, und wobei man Holz und Eisen mit einander verband (wobei in der Folge wahrscheinlich das Holz durch Eisenblech ꝛc. ersetzt werden

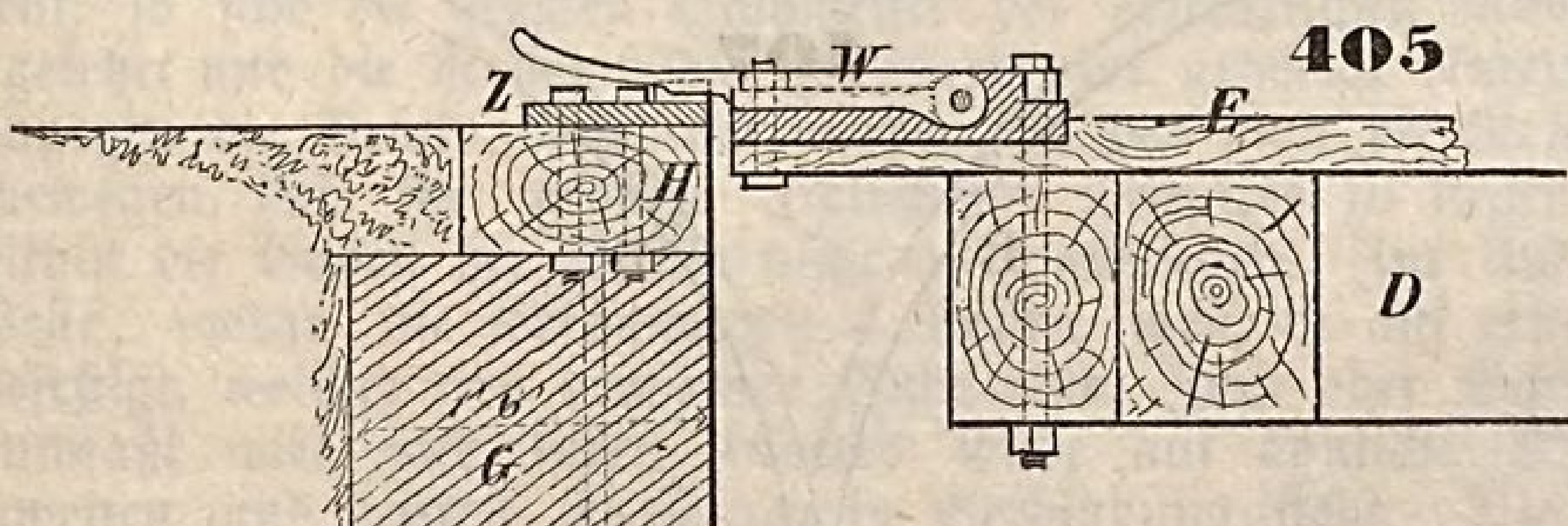
403



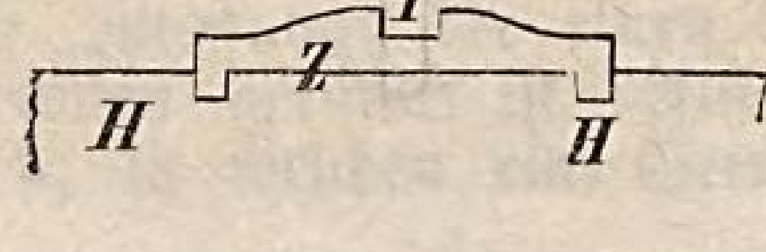
404



405



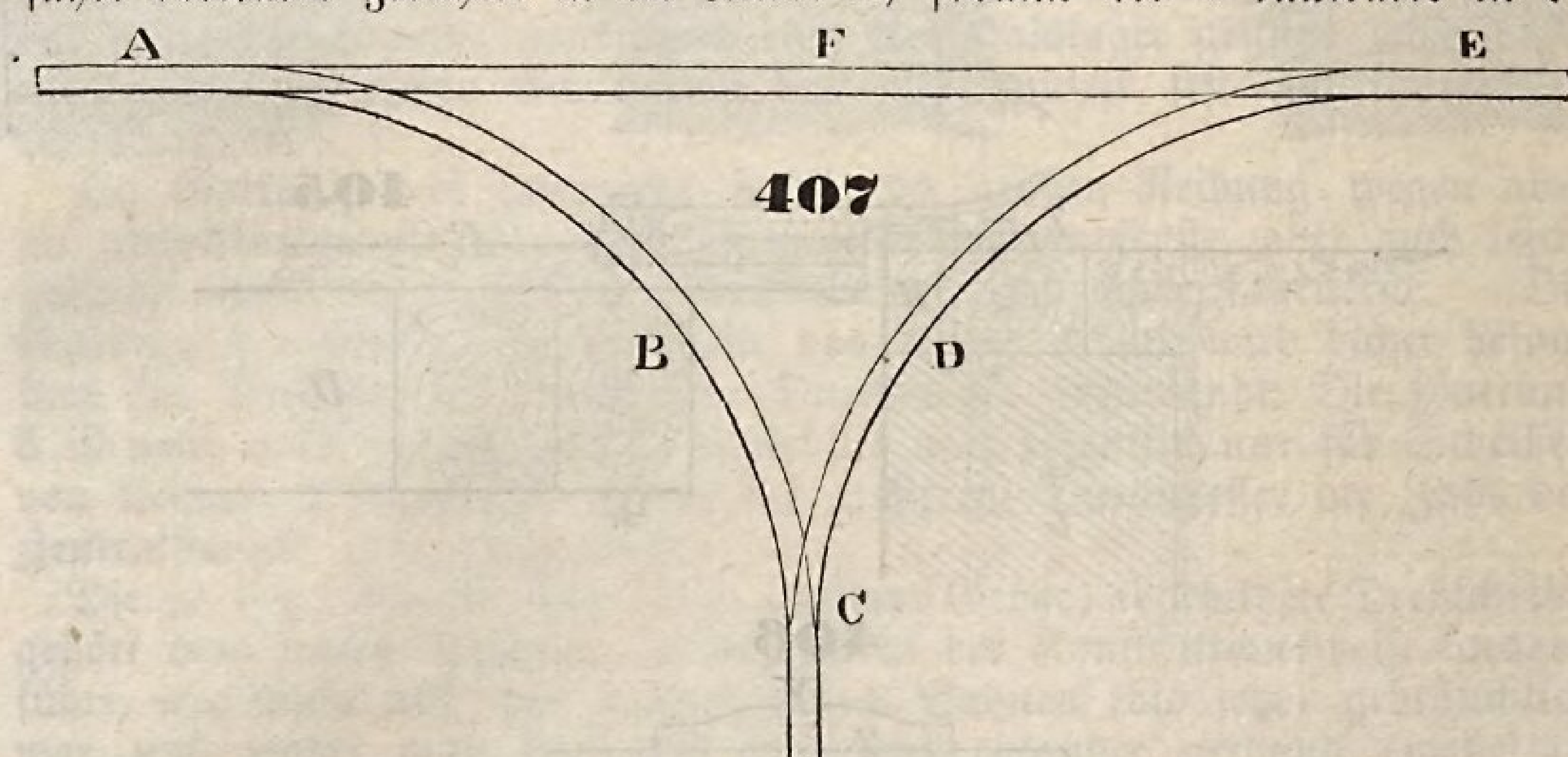
406



wird). Der Mittelzapfen A der Scheibe ruht auf einem gut fundamentirten Steinquader B, während die eigentliche Scheibenfläche (Plattform) aus Eichenholzbalken D gebildet und mit Eichenbohlen E belegt ist. Die Rollen r, zum Stützen der Scheibe, laufen auf und zwischen kreisförmigen Bahnen m m, wovon die unteren ebenfalls auf einem Ringe von Steinquadern F fest liegen. Ein gemauerter Ring G umschließt die ganze Scheibe, während er oberhalb durch einen hölzernen Ring H überdeckt ist und beide Ringe durch Schrauben vereinigt sind. In der Grundrißfigur 403 erkennt man überdieß das oben erwähnte schmiedeeiserne Rahmenwerk L, welches zur Aufnahme der Laufrollen r dient, deren Axen durch die Zentralstreben s gebildet werden, die sich, nahe am Mittelzapfen, in dem Ringe V vereinigen und zwar so, daß sich der Scheibenzapfen A und der Ring V ganz unabhängig von einander drehen können. Der Raum zwischen B und F ist mit Flachziegeln M ausgelegt und mit Asphalt N abgedeckt, auch nach außen unter $\frac{1}{24}$ Neigung abschüssig gemacht, um Wasser gehörig abführen zu können. Wie aus der Betrachtung der Gleise P P und Q Q außerhalb der Scheibe und R, U auf derselben sofort erhellt, muß die kleinste Verdrehung der Scheibe wenigstens einen rechten Winkel betragen, was z. B. erfordert wird, wenn ein Wagen vom Gleise Q in das P transportirt werden soll. Nach erfolgter Drehung wird die Scheibe stets in bestimmter Stellung durch mehrere Klinkhaken W Fig. 405 ($\frac{1}{24}$ wahrer Größe gezeichnet), gehalten, die in Einschnitte Y (Fig. 406) von Platten Z fassen. Erstere sind am Umfange der Scheibenplattform befestigt, während letztere an dem Eichenholzringe H angeschroben sind, der die ganze Versenkung der Drehscheibengrube oberhalb begrenzt.

Schließlich werde noch auf den wesentlichen und für die Betriebseinrichtungen höchst einflußreichen Unterschied der Mehrzahl deutscher Eisenbahnen und der englischen, französischen, belgischen zc. aufmerksam gemacht, der darin besteht, daß bei letzteren Bahnen die Drehscheibe das wesentliche Verbindungsmittel und Element des Bahnhofs-Verkehrs bildet, während in Deutschland die Weiche an deren Stelle gesetzt wird, sobald es nur irgend möglich ist.

Der Streit über die Vorzüge und Nachtheile des einen und anderen Systemes ist zur Zeit noch unentschieden. Wie weit man indeß das deutsche Extrem verfolgt hat, davon geben die sogenannten Drehkurven Zeugniß, welche ebenfalls die Drehscheiben ersetzen sollen, aus gewöhnlichen Bahnschienen gebildet sind und deren Prinzip aus Fig. 407 erhellt. Ein von A herkommender zur Umdrehung bestimmter Dampfwagen fährt vorwärts gerichtet in die Kurve B, sodann bei C rückwärts in die



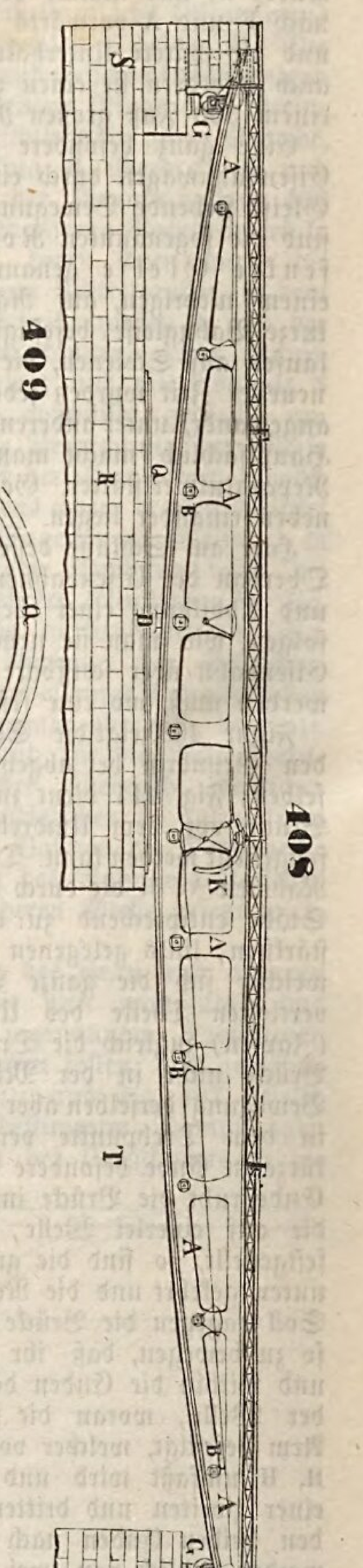
407

Kurve D, und nimmt bei E angekommen wieder die Richtung an, um nach F und A vorwärts gerichtet fahren zu können. Die erste Anschaffung und die spätere Unterhaltung dieser Drehkurven ist indeß sehr kostspielig; auch erfordern sie einen ziemlich großen Raum, da sie mindestens mit einem 300 Fuß großen Radius beschrieben werden müssen.

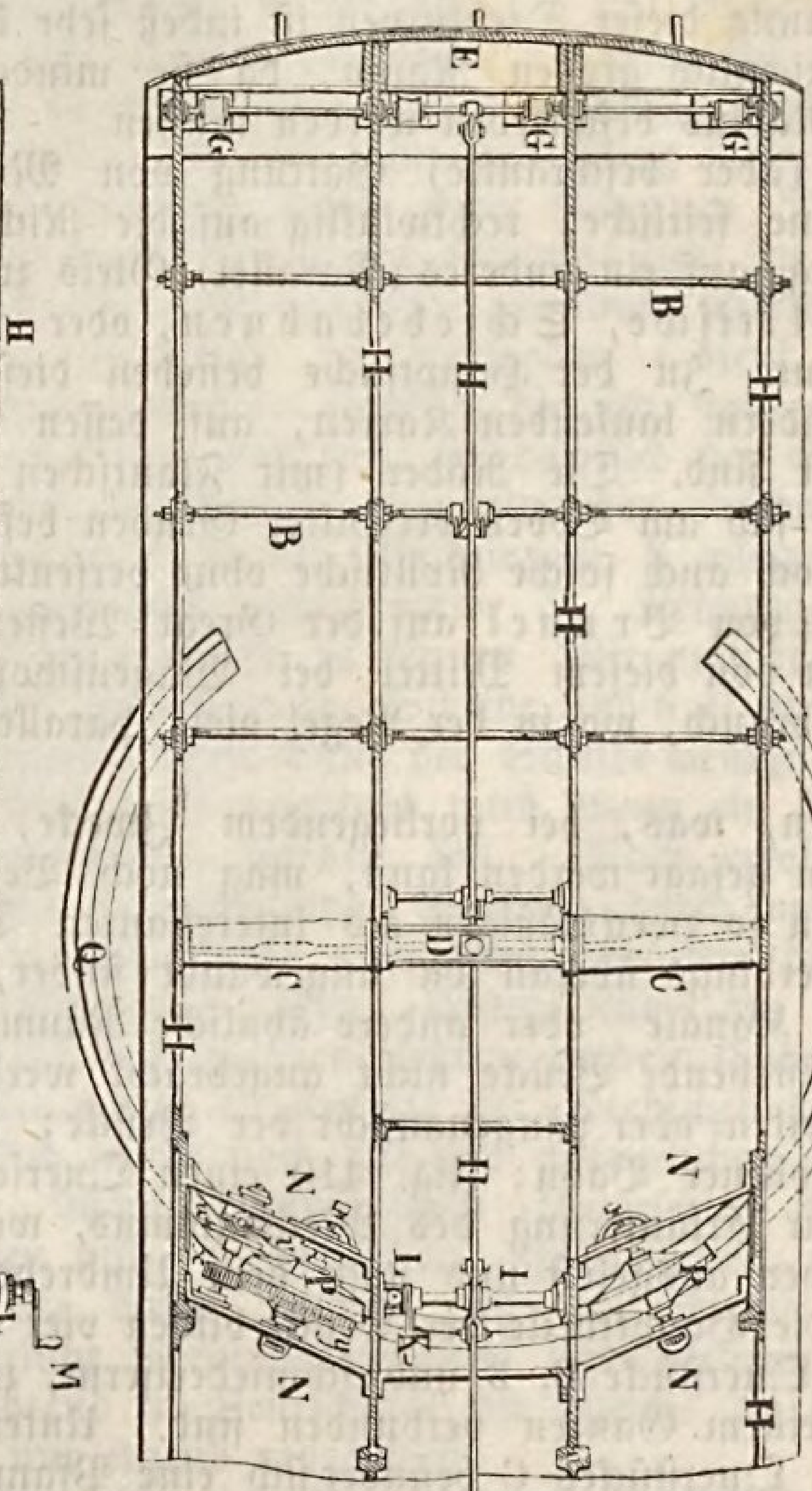
Eine ganz besondere (aber beschränkte) Gattung von Mitteln, um Eisenbahnwagen durch eine seitliche, rechtwinklig auf die Richtung der Gleise stehende Bewegung, auf ein anderes (Parallel) Gleis zu bringen, sind die sogenannten Rolltische, Schiebebahnen, oder auch versenkte Gleise genannt. In der Hauptsache bestehen dieselben aus einem niedrigen, auf Rädern laufenden Karren, auf dessen Plattform kurze Bahngleise befestigt sind. Die Räder (mit Flantschen versehen) laufen auf Schienen, die sich am Boden versenkter Gruben befinden. In neuester Zeit wurden jedoch auch solche Rolltische ohne versenkte Gruben angewandt, unter anderen von Brunel auf der Great-Western-Bahn. Hauptsächlich macht man von diesem Mittel bei Wagenschoppen und Reparaturwerkstätten Gebrauch, wo in der Regel viele parallele Gleise neben einander liegen.

Hier am Schlusse dessen, was, bei vorliegendem Zwecke, über den Oberbau der Eisenbahnen gesagt werden kann, mag noch Beschreibung und Abbildung einer eben so zweckmäßigen als interessanten Drehbrücke folgen, wie man sie neuerdings überall da angewandt findet, wo eine Eisenbahn über schiffbare Kanäle oder andere ähnliche Räume geführt werden muß, wo eine feststehende Brücke nicht angebracht werden kann.

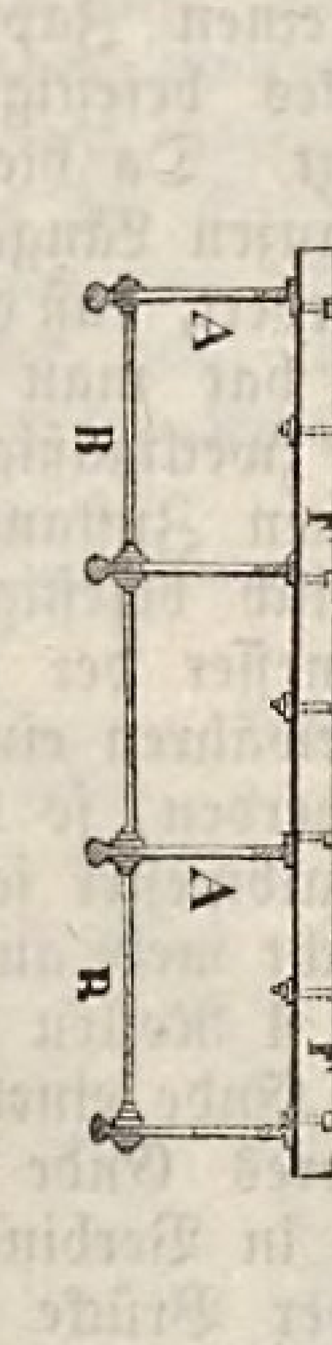
Figur 408 zeigt die Seiten- oder Längenansicht der Brücke; Fig. 409 den Grundriß bei abgehobener Bahn; Fig. 410 einen Querschnitt derselben; Fig. 411 dient zur Erläuterung des Mechanismus, wodurch die Brücke vor dem Umdrehen ausgelöst und nach dem Umdrehen wieder festgestellt werden kann. Die Haupttheile der Brücke bilden vier gußeiserne Rahmen A, A, die durch Querstücke B, B und schmiedeeiserne, zylindrische Stäbe entsprechend zu einem Ganzen verbunden sind. Unterhalb des stärksten, links gelegenen Querstückes C befindet sich eine Pfanne D, mit welcher sich die ganze Brücke auf einen Zapfen stützt, der auf dem vertieften Theile des Ufermauerwerkes befestigt ist, und um welchen (Zapfen) zugleich die Drehung erfolgt. Da hiernach der Drehpunkt der Brücke nicht in der Mitte ihrer ganzen Länge liegt, die zweckmäßige Bewegung derselben aber dennoch erfordert, daß das Gewicht aller Massen in dem Drehpunkte vereint ist, so hat man unter dem linken oder kürzeren Ende besondere Bleigewichte zweckmäßig angebracht. Mit jedem Ende ruht die Brücke im unbeweglichen Zustande auf vier Rollen G, G, die auf einerlei Welle, aber exzentrisch befestigt sind. Ist die Brücke festgestellt, so sind die größten Halbmesser der exzentrischen Rollen nach unten gekehrt und die Rollen selbst gewähren eine gehörige Unterstützung. Soll dagegen die Brücke umgedreht werden, so hat man die Rollen G, G so zu bewegen, daß ihr größter Halbmesser seitwärts zu liegen kommt und mithin die Enden der Brücke nicht mehr aufliegen. Zur Umdrehung der Welle, woran die jedesmaligen 4 Rollen sitzen, ist auf ersterer ein Arm befestigt, welcher von dem einen Ende einer Zug- oder Schubstange H, H umfaßt wird und deren anderes Ende auf ähnliche Weise mit einer zweiten und dritten Zugstange in Verbindung steht. Die so von den beiden Enden nach der Mitte der Brücke hingehenden Zugstangen werden endlich von zwei an einer Welle I befindlichen Armen aufgenommen, wovon der für die Zugstange der einen Seite nach oben, für die der anderen aber nach unten gerichtet ist. Auf der Welle I sitzt ferner ein verzahnter Bogen K, in welchen ein Getriebe L greift. Auf die



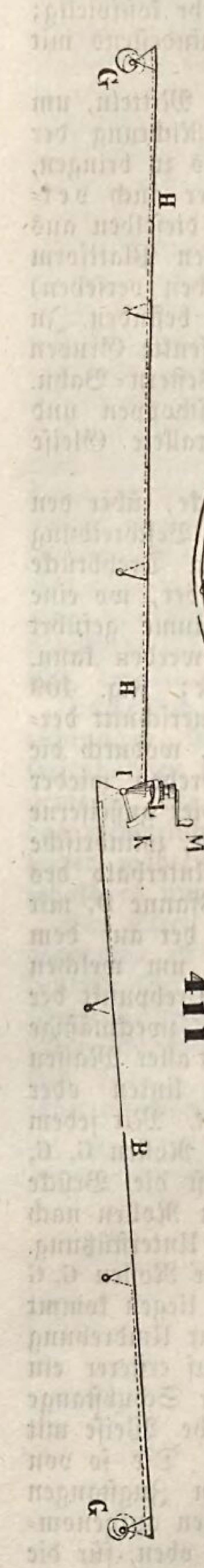
408



409



410



411

vertikale Axe von L kann eine Kurbel M aufgesteckt, und so vermöge der ganzen Anordnung die vorhergedachte Auslösung oder Feststellung der Brückenenden bewirkt werden.

Die Umdrehung der Brücke selbst wird durch folgende Anordnungen zu Stande gebracht. Zwischen den beiden äußersten der durch die großen Rahmen A A gebildeten Längenräume sind in schiefer Richtung Wände N N angebracht, die zur Aufnahme der Lager zweier gußeiserner Räder mit konischen Felgen P, P dienen. Letztere Räder laufen auf einer im Kreise entsprechend am Mauerwerke R befestigten Schienenlage Q, und zwar mit so viel Reibung, daß ein Umdrehen derselben ohne ein dabei zugleich eintretendes Fortschreiten nicht möglich ist. Um das Umdrehen der Räder P P zu bewirken, ist, wie aus der Zeichnung erhellt, mit einem derselben konzentrisch ein verzahntes Rad y verbunden, in welches das Getriebe x greift, auf dessen Welle ein konisches Rad w sitzt. Das Triebrad v des letzteren ist so eingerichtet, daß auf der vertikalen Welle desselben eine Kurbel aufgesteckt, und die gedachte Bewegung durch die ganze Verbindung leicht erzeugt werden kann. Ein, höchstens zwei Mann reichen zur Drehung der ganzen Brücke hin.

Betrieb der Eisenbahnen. Die bewegenden Kräfte, die zur Fortschaffung von Lasten auf Eisenbahnen angewandt werden, sind die Kraft der Pferde, der Schwere und des Wasserdampfes. *)

Wie bereits früher erwähnt, bediente man sich bei den ersten Eisenbahnen zum Transporte ausschließlich der Pferde, gegenwärtig benutzt man dieselben nur für besondere Zwecke und Umstände, wohin namentlich ungünstige Steigungsverhältnisse, geringer Personenverkehr, bloßer Transport von Gütern und Materialien, wobei es auf große Geschwindigkeit weniger oder gar nicht ankommt, und dergleichen mehr zu rechnen sind.

In Deutschand finden sich noch solche Pferdebahnen in Oesterreich von Budweis über Linz nach Gmunden, und in der preußischen Niederlausitz von Kottbus nach dem Schwielung-See; in England für die Zwecke der Kohlen- und Schiefertransporte, respektive in den kohlenreichen Nordprovinzen Englands (Newcastle, Sunderland ꝛc) und in den reichen Schieferbrüchen von Nord-Wales. Ziemlich allgemein ist die Anwendung der Pferdekraft auf jenen amerikanischen Bahnen, wo der Betrieb eine geringe Bedeutung hat. Die Schwerkraft wird als Bewegungsmittel bei Eisenbahnen benutzt, indem man beladene Wagen über schiefe Flächen herabgehen und durch dieselben leere Wagen zu gleicher Zeit aufziehen läßt. Dergleichen Anordnungen nennt man selbstwirkende schiefe Flächen, selbstwirkende Rampen. Zuweilen läßt man die beladenen Wagen auch auf schiefen Ebenen hinablaufen, ohne zugleich leere Wagen aufzuziehen, wobei man entweder die Neigungen so nimmt, daß die Wagen mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit laufen, oder besondere Bremsvorrichtungen anbringt, um gefährlichen Beschleunigungen vorzubeugen.

Die erstere Methode wendet man noch jetzt auf der schiefen Fläche (von $\frac{1}{38}$ Neigung) der Düsseldorf-Elberfelder Eisenbahn an, so wie bei den Nachtzügen der nachher zu besprechenden Seilebene zwischen Lüttich und Ans; letztere Methode ist ganz allgemein bei den englischen Kohlen- und Schieferbrüchen im Gebrauche, sobald es die Terrainverhältnisse nur einigermaßen gestatten.

*) Die nur unter ganz besonderen örtlichen Verhältnissen, in Amerika und neuerdings in Sardinien, benutzte Kraft des fließenden Wassers lassen wir hier, da ihr der Charakter eines allgemeinen Betriebsmittels fehlt, außer Acht.

Zur Benutzung das Wasserdampfes als bewegende Kraft auf Eisenbahnen wird derselbe entweder von feststehenden Dampfmaschinen (stationary engines) oder beweglichen Dampfmaschinen, Dampfwagen (locomotive engines) aufgenommen.

Von feststehenden Dampfmaschinen macht man entweder dann Gebrauch, wenn man Bahnzüge auf schiefen Ebenen aufwärts bewegen will, ohne gleichzeitig andere Züge (als Gegengewichte) herabgehen zu lassen; oder um Röhren luftleer zu pumpen, die in der Bahnmitte zwischen den Schienen liegen, worin Kolben durch den Atmosphärendruck fortbewegt werden, die wieder entsprechend mit einem der Bahnwagen in Verbindung gebracht sind. (Atmosphärische Eisenbahnen).

Bei dem ersten Verfahren treibt die Dampfmaschine eine Trommel oder Rolle um, auf welcher sich ein Seil (gewöhnlich Drahtseil) wickelt, an dessen freiem Ende der erste Wagen des Zuges befestigt ist. Sehr oft ist das Seil auch als ein Seil ohne Ende angeordnet, geht über zwei oder mehrere größere Rollen, wird zwischen den Enden durch kleinere Rollen geleitet und überdieß durch Gewichte gespannt, welche in Vertikalschächten niedergehen.

In letztgenannter Weise erfolgt der Betrieb der beiden zusammenhängenden, schönen Seilebenen auf der belgischen Bahn zwischen Lüttich und Ans. Vom Lütticher Bahnhofe weg findet sich die erste Hälfte der Ansteigung 1:33⅓, von 423 Ruthen Länge; sodann kommt eine 70 Ruthen lange ebene Strecke, auf welcher die Züge so lange fortlaufen, bis das Seil der ersten Ebene gelöst und das der zweiten wieder befestigt ist. Am Ende dieser Plattformstrecke begint mit 1:36 Ansteigung die zweite Hälfte der schiefen Ebene von 423 Ruthen Länge. Auf der bemerkten Horizontalen von 70 Ruthen Länge stehen zugleich 4 Dampfmaschinen von 320 Pferdekraft Das angewandte Drahtseil hat 1⅛ Zoll Durchmesser. Die Kosten dieser Anlage betragen über 400,000 Rthlr. Diese Bahnstrecke, so wie eine zweite zwischen Aachen und der belgischen Grenze mit 1:38 Ansteigung bei 560 Ruthen Länge sind die einzigen in Europa, welche zur Zeit noch durch stehende Dampfmaschinen und Seilzüge betrieben werden*). Der Kostenpunkt, sowohl bei der Anlage als beim Betriebe, ferner die geringere Wahrscheinlichkeit der Sicherheit, sind die Hauptgründe, weßhalb man diese Seilebenen fast überall wieder verlassen, auch die Berliner Technikerversammlung festgestellt hat, daß Seilbetrieb niemals auf Hauptbahnen gestattet sein soll.

Atmosphärische Eisenbahnen kommen zur Zeit nur in Irland auf der kurzen Strecke von Kingston (Dublin) nach Dalkey vor, während die übrigen englischen und französischen Projekte und theilweisen Ausführungen dieser Art sämmtlich wieder aufgegeben wurden, da die vorhergesagte Billigkeit der Ausführung und des Betriebes auf Täuschung beruhte, Kreuzungsstellen der Bahnen sich gar nicht vortheilhaft ausführen und betreiben ließen und endlich auch die vollkommene Schließung der geschlitzten Röhren, in welchen sich der Treibkolben fortbewegte, schwer zu ereichen ist.

Die vorzüglichsten Bewegungsmittel sind und bleiben gewiß immer die Dampfwagen, deren Beschreibung wir jedoch erst dann folgen lassen wollen, nachdem Einiges aus der Geschichte derselben angeführt wurde.

Die erste Idee, die Dampfmaschinen auch zur Bewegung von Räderfuhrwerken brauchbar zu machen, scheint schon 1759 ein Dr. Robinson

*) Auf den sardinischen Bahnen zwischen Chambery und Turin (Mont Cenis) führt man neuerdings Seilebenen aus, wo statt der Dampfkraft Wasserkraft (Wasserräder) in Anwendung gebracht werden.

in Glasgow gehabt zu haben; später 1769 verfolgte diese Idee Watt und nach ihm 1786 der geniale Ol. Evans in Nordamerika; indeß war von einer wirklichen Ausführung bei Keinem derselben die Rede. Erst 1802 brachten die, schon bei den Hochdruckdampfmaschinen genannten, Engländer Trevithik und Vivian einen eigentlichen Dampfwagen zu Stande, der auf einer Eisenbahn eine Last von 10 Tonnen mit einer Geschwindigkeit von 5 engl. Meilen pr. Stunde fortzuziehen vermochte. Indeß scheint dieser Dampfwagen besondere Mängel gehabt zu haben, da eine eigentliche Anwendung desselben nicht eintrat, wozu aber auch das Vorurtheil beigetragen haben mochte, daß man meinte, die Reibung der Räder auf einer glatten Bahn sei nicht groß genug, um ein bloßes Gleiten derselben, ein Drehen auf der Stelle, zu verhindern und größere Lasten damit fortzuziehen. Von letzterer Ansicht ausgehend, legte im Jahre 1811 Blenkinshop längs den Schienen einer Eisenbahn unweit Leeds eine gezahnte Stange, in welche ein gezahntes Rad des Dampfwagens griff. Dieser Wagen war der erste, welcher als brauchbar beibehalten wurde und vor kaum 20 Jahren noch im Gebrauche gewesen sein soll. Im Jahre 1812 nahmen die Herren William und Chapman ein Patent auf die Verbesserung des Dampfwagens. Die dabei besonders angewandte Vorrichtung bestand in einer an beiden Enden befestigten und in der Bahnmittellinie ausgespannten Kette, die ein Mal um ein mit Rinnen in der Felge versehenes Rad des Wagens lief, so daß, wenn dieses Rad durch die Maschine umgedreht wurde, der Wagen, indem die Kette nicht gleiten konnte, auf der Bahn fortrückte. Aber auch diese Einrichtung gab man wieder auf, weil die starke Reibung die Kette abnutzte und die Maschine oft aus der Bahn gerieth. Dasselbe Schicksal hatte 1813 der Dampfwagen des Hrn. Brunton, wobei durch die Maschine ein oder mehrere paar Schenkel oder Füße in Bewegung gesetzt wurden, die, wie die Beine eines Menschen wirkend, sich wechselweise heben und gegen den Boden andrücken ließen.

Nach und nach kam man daher auf das erste Prinzip, auf das einfachste wieder zurück, indem man erkannte, daß die Reibung der Räder des Dampfwagens hinreichend sei, um Lasten fortzuziehen, sobald nämlich nur letztere oder der der Fortbewegung sich entgegensetzende Widerstand die erstere nicht überschreitet. Die Reibung der Räder auf den Schienen, die man gewöhnlich mit dem Namen Adhäsion bezeichnet, gibt der Dampfkraft eines Dampfwagens die zur fortschreitenden Bewegung nöthigen Stützpunkte, ohne deren gehörige Größe allerdings ein Drehen der Räder auf der Stelle eintreten muß. Auf die Bestimmung der zur Fortschaffung einer gegebenen Last nöthigen Adhäsionsgröße kommen wir später wieder zurück.

Im Jahre 1814 konstruirte der Engländer Stephenson den ersten wahrhaft brauchbaren, auf vorgenanntes Prinzip sich stützenden Dampfwagen für die Stokton-Darlington-Bahn und gab damit zugleich den Impuls zu allen ferneren ähnlichen Ausführungen. Alle diese Dampfwagen hielt man indeß nur für Gütertransporte geeignet, indem sie in der That hinsichtlich der für Personentransporte nothwendigen Schnelligkeit noch sehr viel zu wünschen übrig ließen. So kam es denn, daß man selbst noch 1829 nach Herstellung der Liverpool-Manchester-Bahn unentschieden war, ob man, da Pferde wegen des großen Verkehrs auf dieser Bahn nicht ausreichten, fest stehende oder lokomotive Dampfmaschinen zum Betriebe wählen sollte. Sich endlich mehr zu Maschinen letzterer Art hinneigend, schrieb man eine Prämie für die beste Art von Dampfwagen aus, die auch im Oktober 1829 nach mit verschiedenen Maschinen angestellten Wettfahrten die Maschine „Rocket" des oben

genannten Stephenson gewann. Namentlich war es, außer anderen günstigen Umständen, der von Stephenson angebrachte Kessel aus 25 Röhren von 3 Zoll Weite bestehend, welcher diesem den Preis erringen half, indem durch solche Anordnung eine alle früheren Kesselkonstruktionen übertreffende Verdampfungsfähigkeit und durch dieselbe eine bedeutende Geschwindigkeit erzeugt werden konnte.

Mit der Maschine von Stephenson nahm das ganze Eisenbahnwesen eine völlig veränderte Tendenz und Gestalt an, und erreichte nach und nach seine gegenwärtige Bedeutsamkeit.

Die Einrichtung eines solchen neueren Dampfwagens ist, außer einem besonders ihm angehangenen Munitionswagen (Tender), der zum Transporte des Feuermaterials und des Speisewassers dient, im Wesentlichen folgende. Auf einem Gestelle mit 4 oder 6 Rädern, die an ihren Axen festsitzen und wovon sich letztere in Lagern oder Büchsen drehen, liegt ein entsprechend angeordneter Röhrenkessel. Unter letzterem befinden sich die Dampfzylinder, deren Kolbenstangen mittelst Lenkstangen in Krummzapfen eingreifen, die sich an einer der Radaxen befinden und die mit ihr verbundenen Räder umtreiben.

Die anderen Räderpaare laufen dabei entweder frei mit, oder es befinden sich an den äußeren Enden beider Axen wieder Krummzapfen, die durch eine Lenk- oder Kuppelstange mit einander verbunden sind, wodurch die Bewegung des einen Räderpaares auf das andere übertragen wird. Die Einrichtung der Dampfmaschine ist in der Hauptsache den früher beschriebenen Dampfmaschinen ohne Kondensazion gleich.

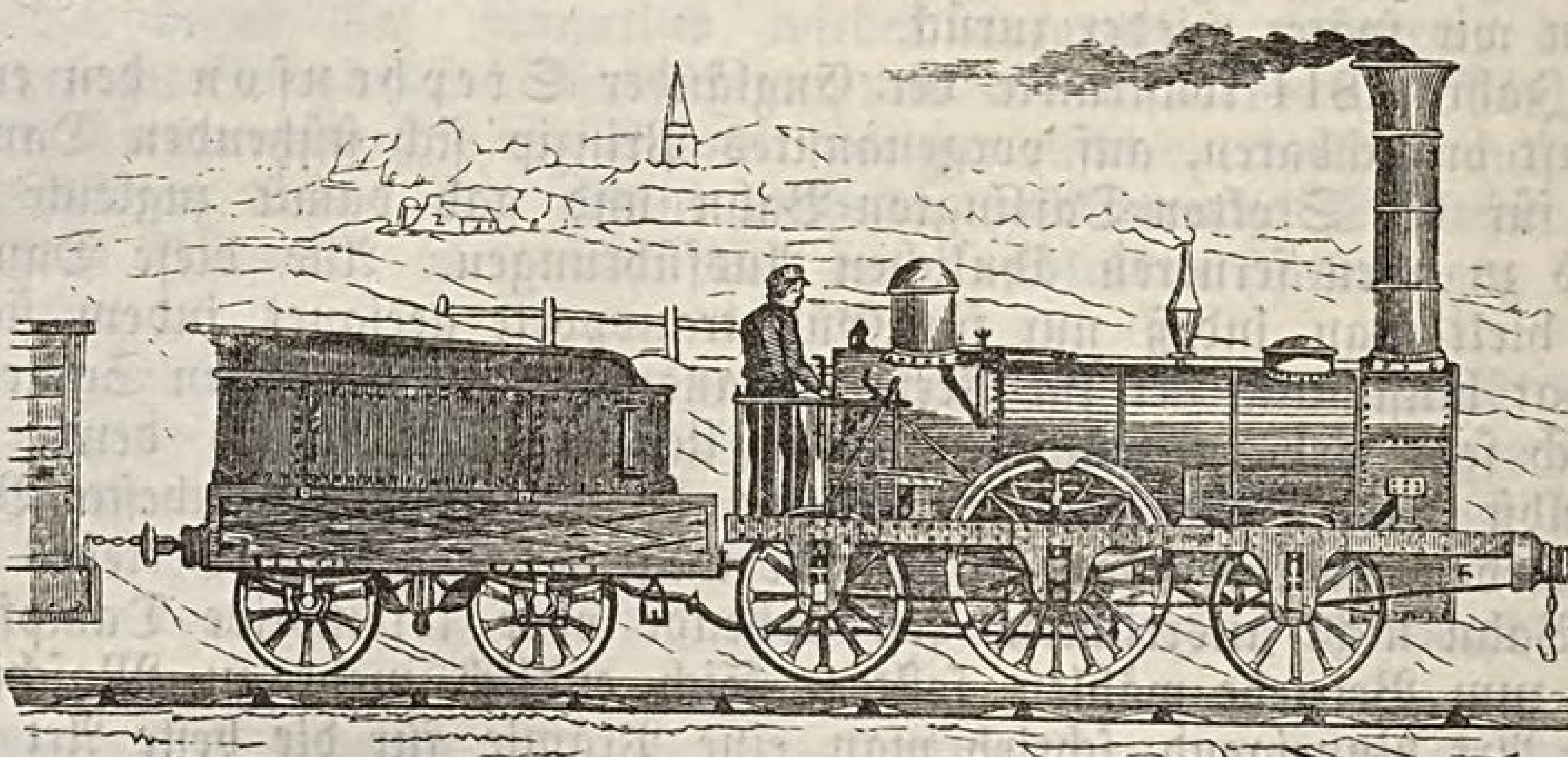
Zur Speisung des Kessels mit Wasser ist an letzterem eine vereinigte Saug- oder Druckpumpe angebracht, deren Saugerohr mit dem Tender durch einen Schlauch oder ähnliches Mittel verbunden ist.

Später erfuhren die Dampfwagen noch mancherlei Verbesserungen, wohin namentlich vervollkommnete Vorrichtungen zum Rück- und Vorwärtsfahren und das Anbringen des dritten Räderpaares gehört, wodurch die ganze Masse der Wagen mehr Stabilität, der Kessel eine größere Ausdehnung, also auch reichlichere Dampferzeugung und die ganze Last des Wagens eine zweckmäßige Vertheilung erhielt.

Wir wenden uns nunmehr zur Beschreibung der hiernach folgenden Abbildungen eines Stephenson'schen Dampfwagens nebst Tender älterer Konstrukzion, dessen Hauptprinzip jedoch noch heute, insbesondere auf englischen Bahnen, in Anwendung gebracht wird.

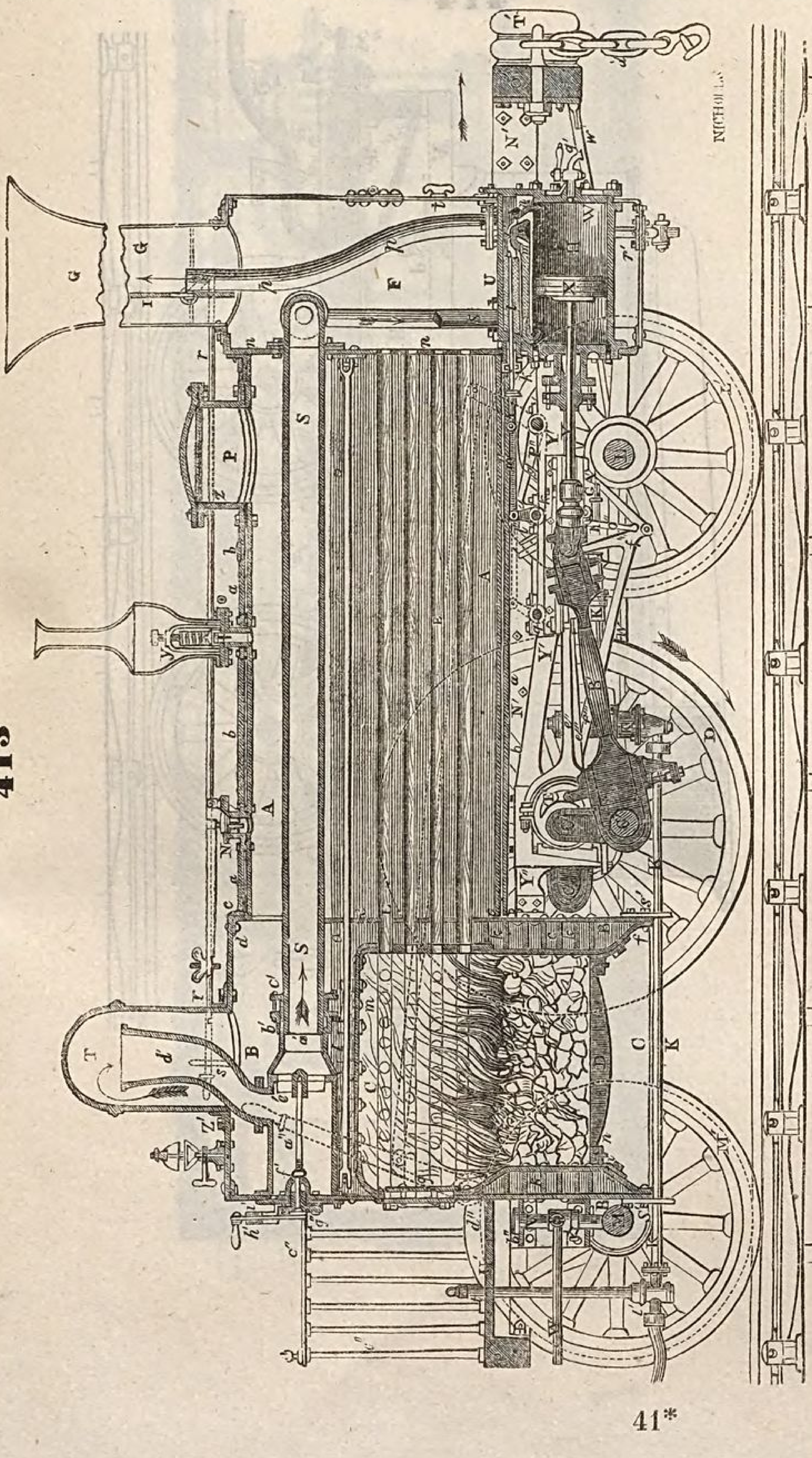
Fig. 412 zeigt die äußere Ansicht des Dampfwagens in seiner Ver-

412

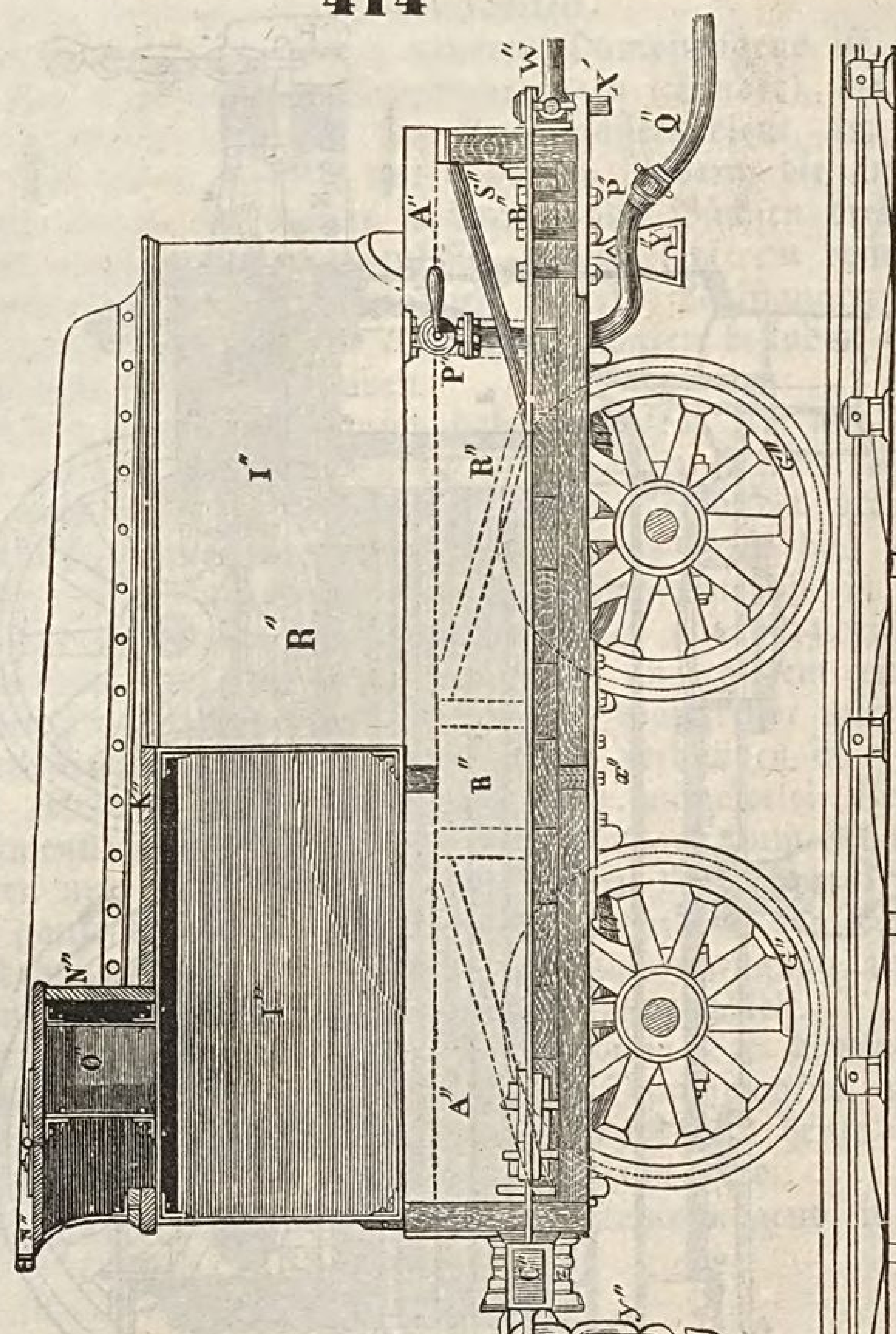


bindung mit dem Tender; Fig. 413 ist ein Vertikaldurchschnitt des Dampfwagens in seiner Längenrichtung genommen; Fig. 414 der korrespondirende Durchschnitt des Tenders; Fig. 415 und Fig. 416 sind Grundrisse der Maschine und des Tenders, ersterer bei abgehobenem Kessel; Fig. 417 ist die Ansicht des hinteren Maschinenendes, woselbst sich der Feuerraum befindet; Fig. 418 der Vertikaldurchschnitt durch den Feuerraum; Fig. 419 zeigt das vordere Ende der Maschine und Fig. 420 einen daselbst genommenen Vertikaldurchschnitt.

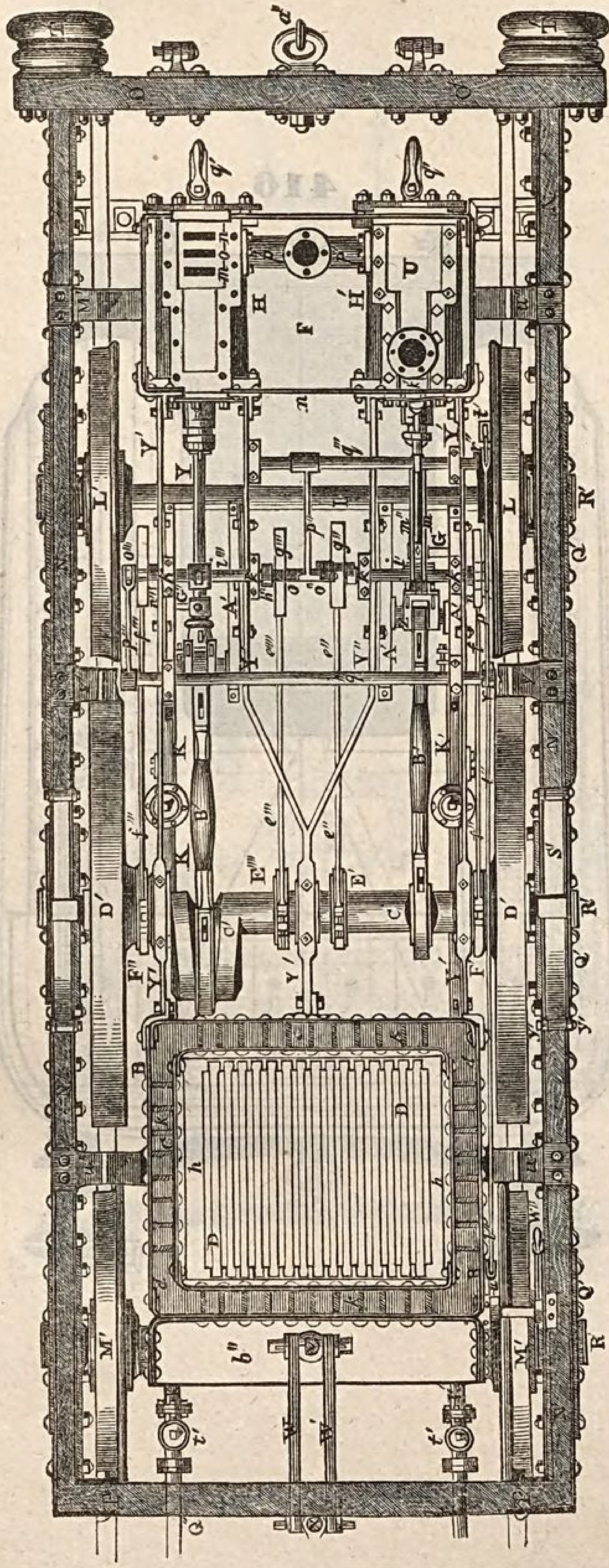
413



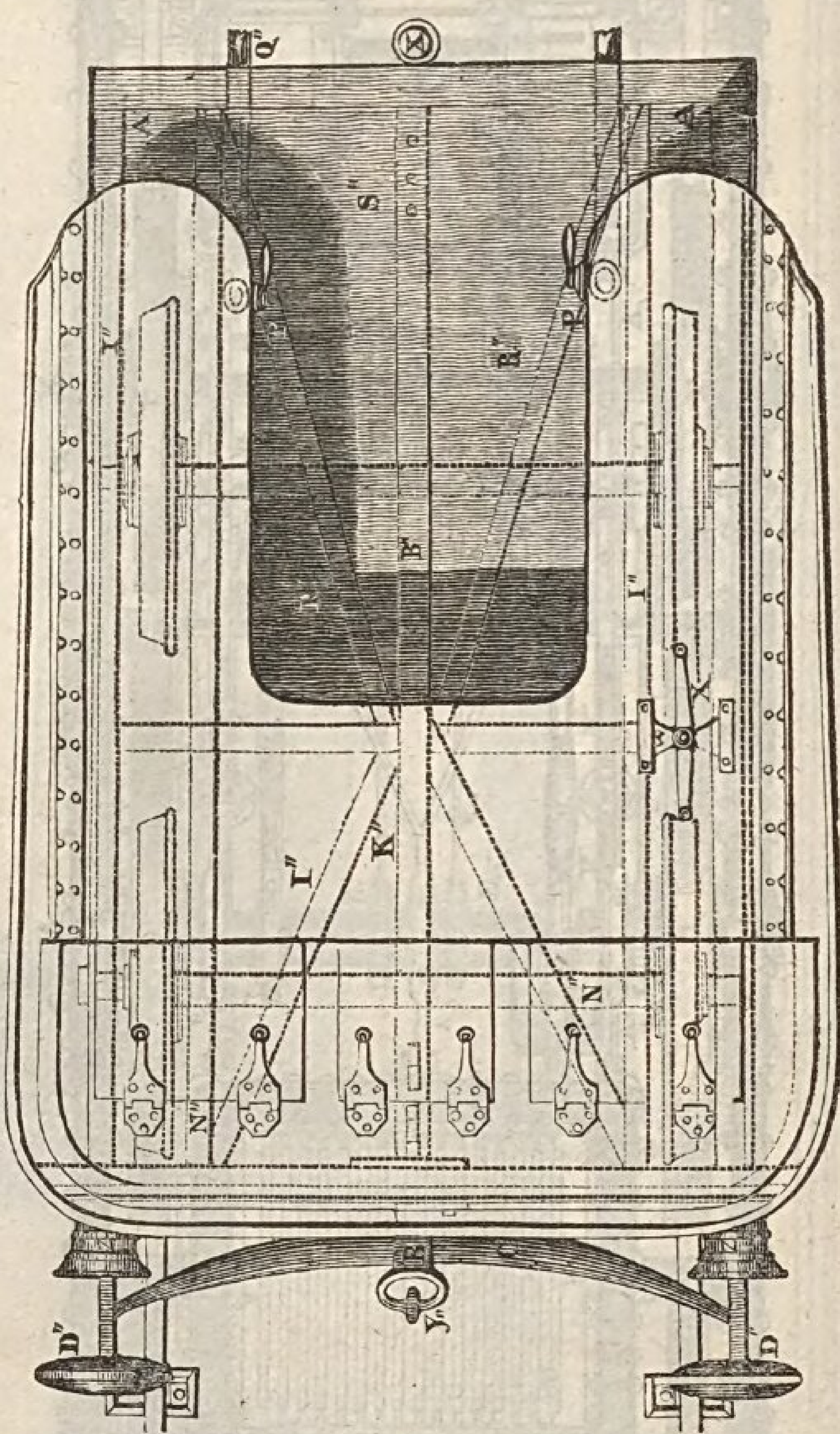
414



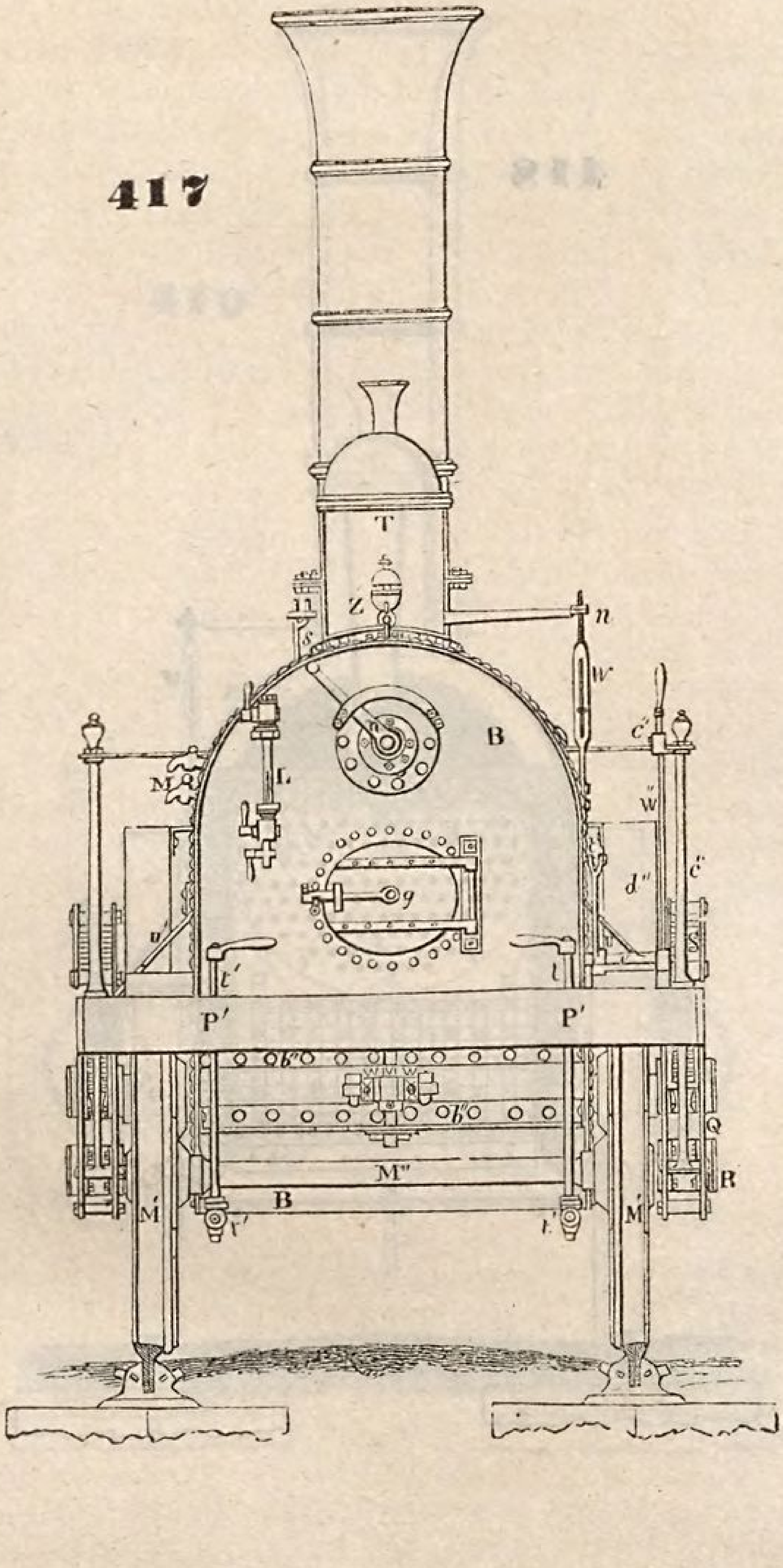
415



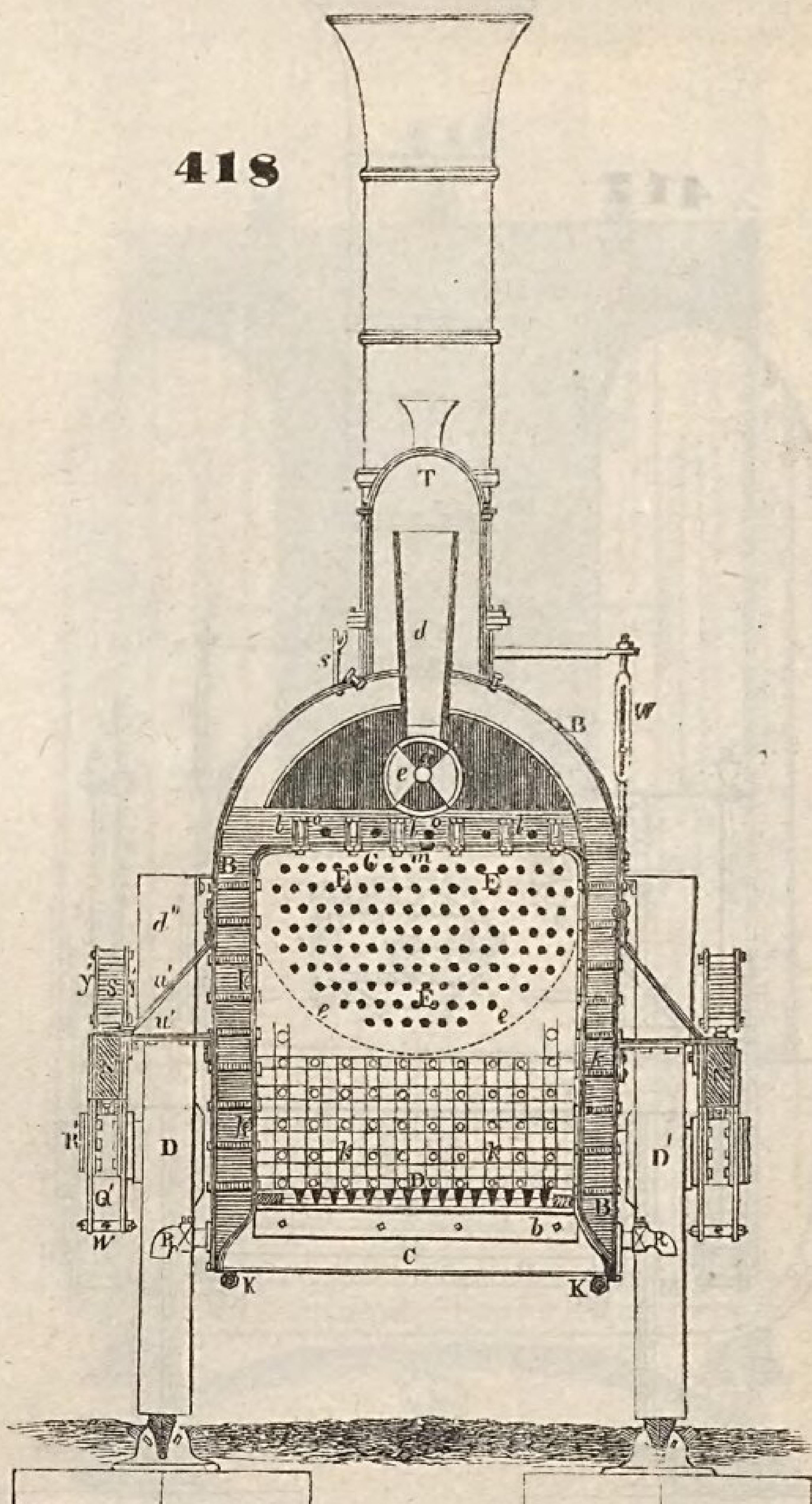
416



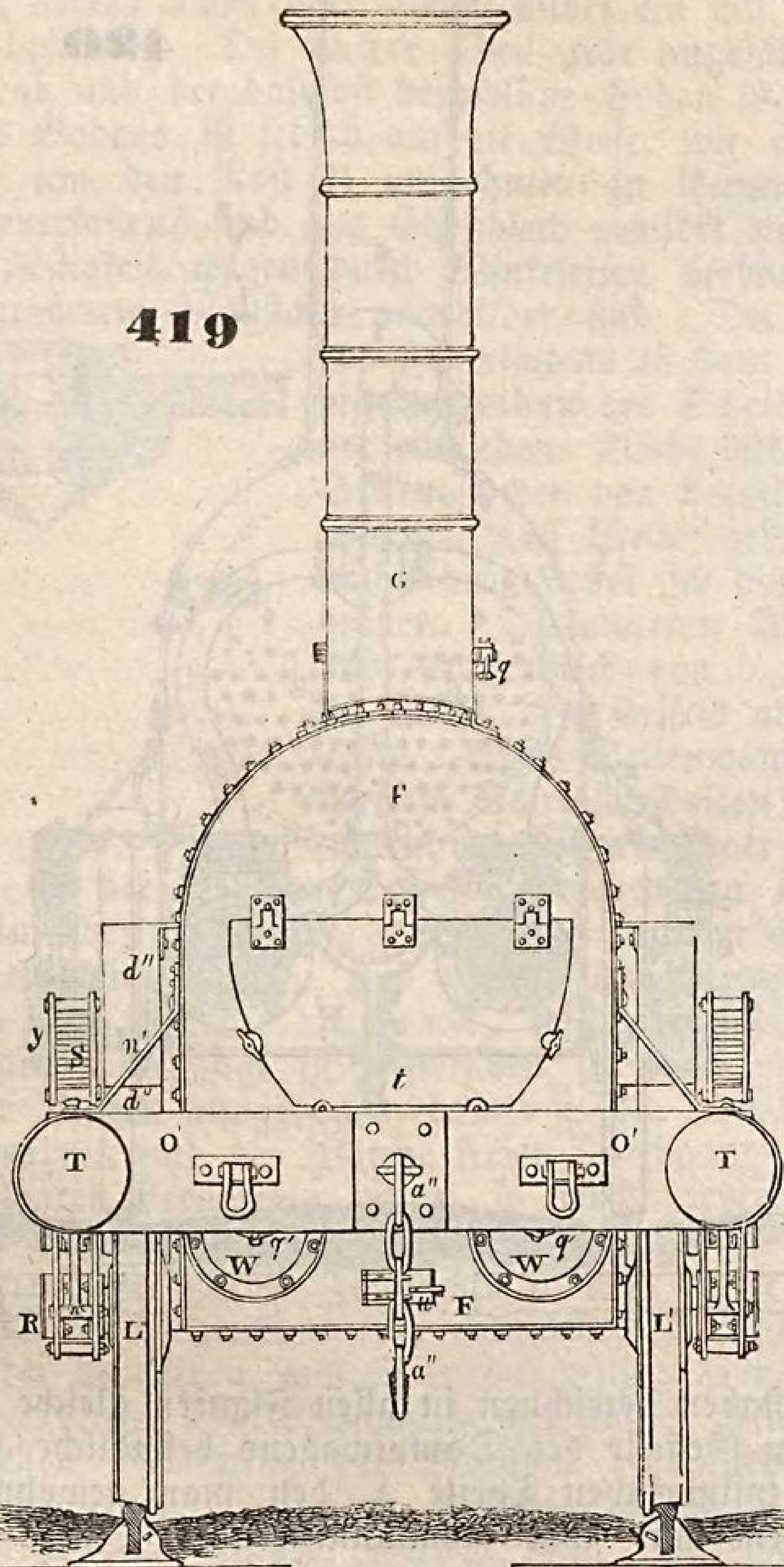
417

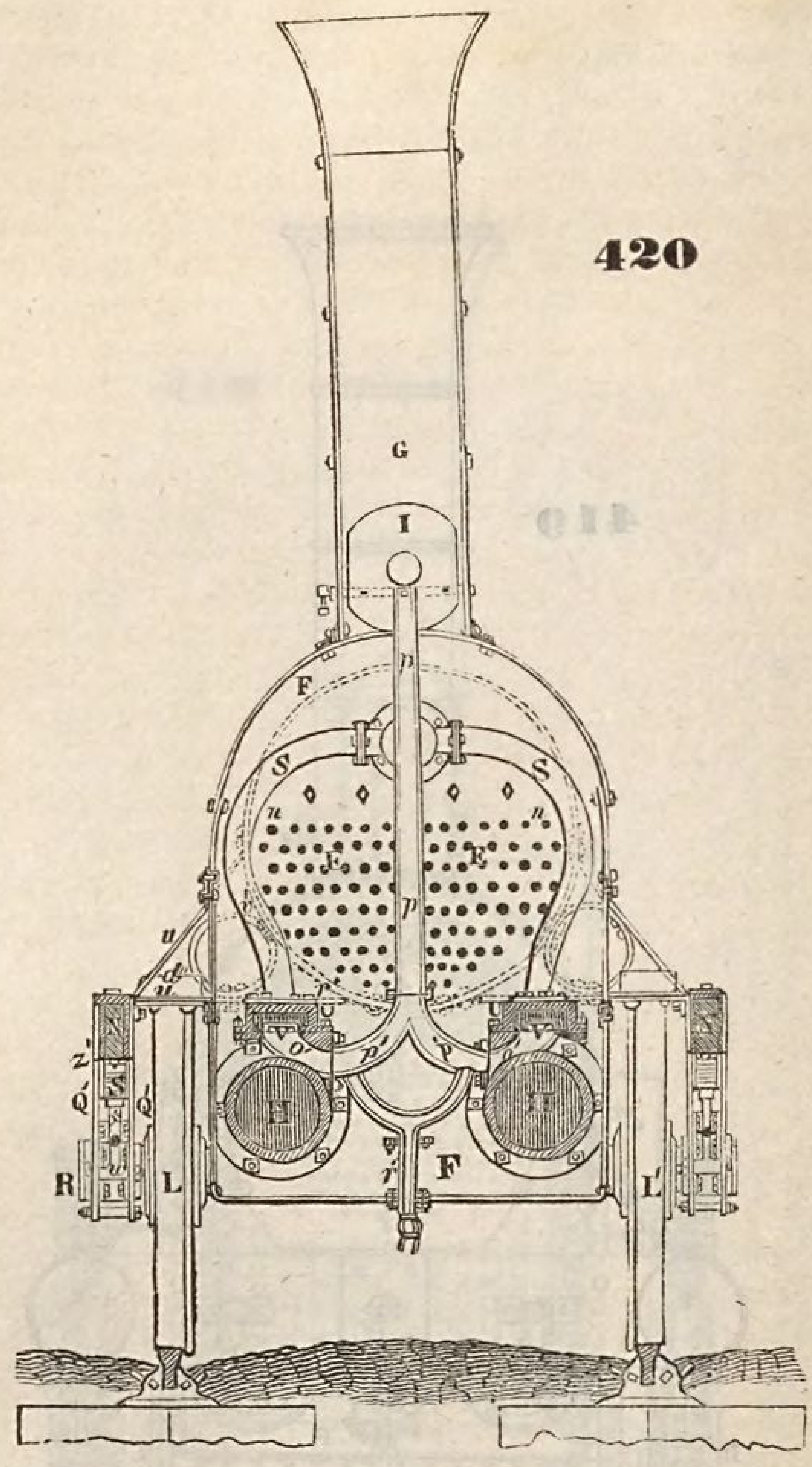


418



419





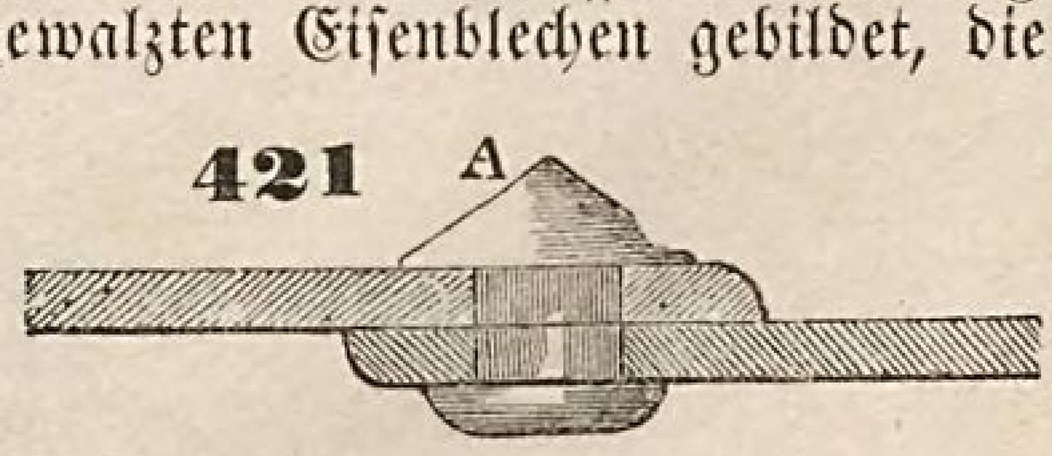
420

Gleiche Buchstaben bezeichnen in allen Figuren gleiche Theile.

Der über dem Gestelle des Dampfwagens befindliche Hauptkörper besteht aus dem zylindrischen Theile A, den man gewöhnlich den Kessel nennt, aus dem mit ihm kommunizirenden Theile B, Feuerkasten (fire-box) genannt, ferner aus dem Herde C, woselbst sich der Rost D befindet, und endlich aus den Heizröhren E, die mit F, dem Rauchkasten (smoke-box), und der Esse G in Verbindung stehen.

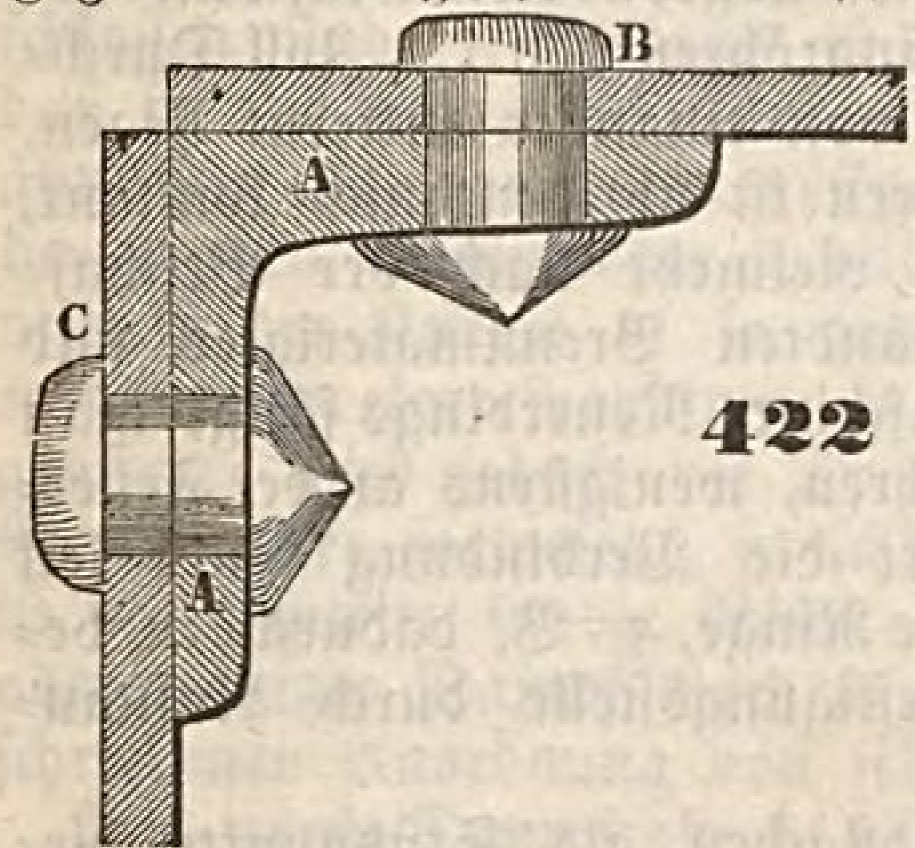
Der zylindrische Kessel A hat bei unserer Maschine $7\frac{1}{2}$ Fuß Länge und einen Durchmesser von $3\frac{1}{2}$ Fuß; derselbe ist aus $\frac{5}{16}$ Zoll dicken, gewalzten Eisenblechen gebildet, die entsprechend überplattet und mit $\frac{7}{8}$ Zoll starken Bolzen vernietet sind. Siehe hierzu Figur 421. Auf der Außenseite ist der Kessel mit schmalen, 1 Zoll dicken Platten oder Streifen von Holz belegt, die in ihrer Längenrichtung mehrere Male mit Bandeisen umbunden und festgehalten sind. Holz als schlechter Wärme-

421



leiter hält nämlich den Kessel warm und verhindert die Kondensation des Dampfes, welche außerdem wegen der schnellen Bewegung der Maschine durch die äußere kalte Luft erzeugt werden würde.

Der Feuerkasten B besteht aus zwei in einander befindlichen Blechkörpern, wovon der untere beinahe quadratische Theil 4 Fuß Weite und 3 Fuß 7½ Zoll Länge besitzt, letztere in der Längenrichtung des Wagens gemessen; den oberen Theil oder Deckel bildet ein mit dem Kessel konzentrischer Halbzylinder. Der untere Theil geht ungefähr 2 Fuß unter dem Kessel herab und der daselbst befindliche Boden ist halbkugelförmig. Die Mitte des Bodens ist jedoch auf die Weise, wie aus den Figuren erhellt, offen, um den Rost D aufnehmen zu können. Die äußeren Wände des Feuerkastens sind aus Eisenblech gebildet und an den Ecken der größeren Festigkeit wegen durch Winkeleisen verbunden, wie solche Fig. 422 in größerem Maßstabe abgebildet sind. Der innere Theil C



422

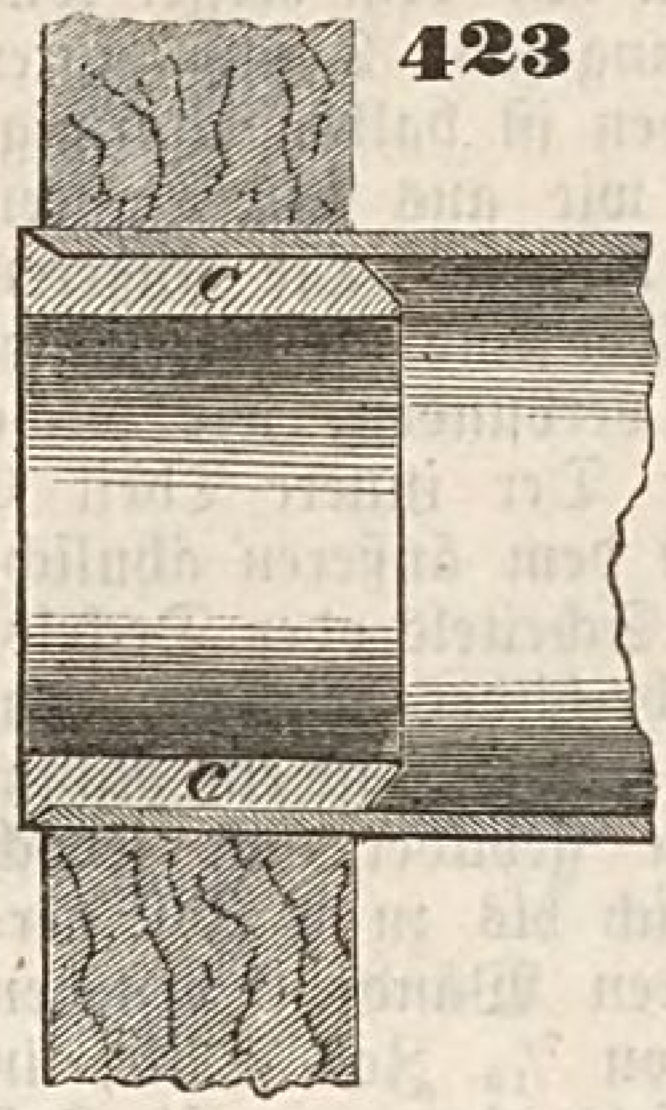
des Feuerkastens ist dem äußeren ähnlich, mit Ausnahme des Scheitels oder Deckels, der eine ebene Fläche bildet. Zwischen den Seitenwänden von B und C ist ein Raum von 3½ Zoll Weite gebildet, die jedoch nächst dem Kessel sich bis zu 4 Zoll vergrößert. Die inneren Wände C bestehen aus Kupferblech von $^7/_{16}$ Zoll Dicke, in der Nähe des Kessels aber von ⅞ Zoll Dicke. Beide Seitenwände werden durch kupferne Schraubenbolzen K zusammen- und zugleich in entsprechender Entfernung gehalten, wozu sie der größeren Sicherheit wegen an den Enden umnietet sind. Um eben so dem Obertheil des inneren Feuerkastens eine hinreichende Festigkeit zu geben, sind parallel neben einander 6 schmiedeiserne Rippen oder Bögen l angebracht, an welchen die Deckplatte von C durch Schrauben befestigt ist. Zwischen je zwei solchen Schraubenbolzen sind die Rippen ausgebogen, damit sie die Deckplatte nur mittelst der Bolzen berühren und der Wärme freien Durchgang gestatten. Wären sie in unmittelbarer Berührung mit C, so würde letztere eine zu große Erhitzung und damit Abnutzung erfahren, während so die Hitze durch das Wasser vermindert wird. Immerhin ist aber dieser obere Theil des inneren Feuerkastens Gegenstand der sorgfältigsten Aufmerksamkeit, daß das Wasser über demselben stets in entsprechender Höhe steht, da selbst dann, wenn der Kessel sonst hinlänglich mit Wasser gefüllt ist, durch das aus der schnellen Bewegung der Maschine hervorgehende Schwanken des Wassers leicht ein Theil des Deckels blosgelegt und mit dem Dampfe in Berührung gebracht werden kann. Um solchen Zufällen in jeder Hinsicht zu begegnen, hat man wohl auch im Mittel des Deckels einen Bleipfropfen M angebracht, der bei Bloslegung des Deckels schmilzt, Wasser in den Feuerraum dringen läßt und das Feuer auslöscht.

Aus den Durchschnittsfiguren erkennt man übrigens leicht, daß der Heizraum an allen Seiten, außer an der Feuerthüre g, und der Stelle, wo der Rost befindlich, vom Wasser umgeben ist, so wie auch, daß der Wasserraum des Feuerkastens in offener Verbindung mit dem Kessel steht.

Die ovalförmige Feuerthüre g ist durch zwei schmiedeiserne Platten gebildet, die parallel und entsprechend mit einander vernietet sind, dabei aber einen gehörigen Raum zwischen sich lassen, damit die in demselben angesammelte Luft als schlechter Wärmeleiter wirken kann. In der inneren, rechts am hinteren Ende des Kessels gelegenen Wand C des Feuerkastens sind Oeffnungen zur Aufnahme der Heizröhren E befindlich, die

überall vom Wasser umgeben sind und durch welche die heiße Luft vom Feuerraume aus nach dem Rauchkasten F und der Esse G strömt. Entweder bestehen diese Röhren aus dem besten gezogenen Messing oder aus Schmiedeeisen. Die Befestigung derselben, so daß sie zugleich an den Enden wasserdicht sind, ist folgende. Ein etwas konisch geformter Stahlring, im Querschnitte und vergrößert Fig. 423 bei c, c abgebildet, wird in das Röhrenende eingetrieben, wirkt gleichsam als Keil und zwingt die Röhren zu einer unmittelbaren Berührung mit den Rändern der Oeffnungen in der inneren Feuerkastenplatte (Röhrenplatte). Sind einzelne Röhren abgenutzt oder durchgebrannt, so kann ihre Auswechselung durch Herausschlagen der Stahlringe leicht geschehen. In der hier abgebildeten Maschine befinden sich 124 Messingröhren von $1^5/_8$ Zoll Durchmesser, die $^3/_4$ Zoll von einander entfernt liegen. Die Zahl der Röhren ist übrigens nicht konstant, sondern richtet sich vielmehr nach der Beschaffenheit des angewandten Brennmateriales und der Größe der Maschine. Neuerdings fängt man wieder an, die Röhren, wenigstens an der Feuerbowand, weil dort die Verbindung leicht leck wird, ohne gedachte Ringe, z. B. dadurch zu befestigen, daß man das Rohr an der Befestigungsstelle durch Aufstauchen mit einer Wulst versieht.

423



Obwohl die Röhren den beiden Kesselendflächen als Stützpunkte dienen, sind dennoch besondere Stäbe, o, aus Rundeisen angebracht, welche durch die ganze Kessellänge hindurch gehen.

Der Rauchkasten F, oberhalb ebenfalls halbzylinderförmig gestaltet, ist 4 Fuß weit und 2 Fuß lang und aus zusammengenieteten Eisenblechen gebildet, welche an der dem Kessel zugekehrten Seite $^1/_2$ Zoll, sonst aber nur $^1/_4$ Zoll stark sind. Vom Rauchkasten aus steigt die Esse oder der Schornstein G empor, in dem sowohl Rauch als gebrauchter Dampf abgeführt wird, und welcher ebenfalls aus Eisenblechen, doch nur von $^1/_4$ Zoll Stärke, gebildet, auf dem Deckel des Rauchkastens F durch Flantschen befestigt und in seiner Höhe mehrmals mittelst eiserner Reifen umbunden ist.

Nahe dem Boden des Rauchkastens, zu beiden Seiten desselben, sind die Dampfzylinder H H in horizontaler Lage angebracht.

In der zylindrischen Decke des äußeren Feuerkastens B befindet sich eine kreisförmige Oeffnung, auf welcher der sogenannte Dampfdom T mittelst Flantschen und Schrauben befestigt ist und der gewöhnlich aus Messingblech besteht. Der Dom hat zum Zweck, den im Kessel gebildeten Dampf vor seinem Eintritt in die Zylinder der arbeitenden Dampfkolben erst aufwärts steigen zu lassen, damit mechanisch mit fortgerissene Wassertheilchen abgesetzt werden. Bei den feststehenden Dampfmaschinen wurde bereits bemerkt, daß der im Kessel vom Dampfe eingenommene Raum hierzu eine hinlängliche Größe haben müsse, was jedoch bei Dampfwagen in demselben Maße unerfüllt bleiben muß, indem hier ein bedeutender Umfang des Ganzen nicht statthaft ist.

In dem Dome erhebt sich eine nach oben weiter werdende, trichterförmige Röhre d, die beinahe bis zum Deckel desselben reicht; abwärts ist diese Röhre durch Flantschen und Schrauben an dem erweiterten hinteren Ende des großen horizontal liegenden Rohres, Dampfrohres S befestigt. Der im Kessel gebildete Dampf steigt zuerst nach

dem Dome, geht dann in den Trichter d′, niederwärts nach dem Dampfrohre S, und von hier weiter nach den Dampfzylindern H, H.

Der erweiterte Theil a′ des großen Dampfrohres ist an eine korrespondirende Oeffnung am hinteren Ende des äußeren Feuerkastens angeschraubt. Genannte Oeffnung ist durch eine mit Stopfbüchse f′ versehene Platte bedeckt, durch welche die Spindel oder Welle des sogenannten Regulators c′ hindurch geht, welche mittelst einer Kurbel h′ umgedreht werden kann. Der Regulator vertritt die Stelle eines Hahnes, mittelst dessen mehr oder weniger Dampf in die große Röhre S gelassen oder dessen Eintritt ganz abgesperrt werden kann. Die Einrichtung desselben kann sehr verschieden sein, in unserer Maschine ist er aus einer (am wenigsten empfehlenswerthen) kreisförmigen Platte gebildet, die in vier beinahe gleich große Quadranten getheilt ist, wovon zwei, die etwas kleineren, durchbohrt, also offen, die beiden anderen aber für immer geschlossen sind. Uebrigens ist die ganze Regulatorplatte so angeordnet, daß sie sich dampfdicht auf einer zweiten Platte bewegt, die mit zwei ähnlichen Kreisquadrantenöffnungen versehen ist und das konische Ende der großen Dampfröhre S bildet. Wird sodann die bewegliche Platte e′ mittelst der Kurbel h′ so gedreht, daß die Oeffnungen beider Platten miteinander korrespondiren, so ist dem Dampfe der Weg von d′ nach S geöffnet; wird jedoch die Drehung um einen Quadranten oder um 90 Grad weiter fortgesetzt, so schließen sich die Oeffnungen und dem Dampfe ist der Eintritt in die Röhre S versperrt. Wie auf diese Weise mehr oder weniger Dampf nach S gelassen werden kann, erhellt aus der beschriebenen Anordnung von selbst

Das große Dampfrohr S geht durch die vordere Endplatte des Kessels, und steht daselbst mit zwei anderen gebogenen und niederwärts gerichteten Röhren in Verbindung, in welchen der Dampf nach den Dampfkästen u, u zu den Schiebventilen V, V und so weiter gegen die Kolben der Zylinder H geführt wird. Die gußeisernen Dampfkästen u sind an die obere Seite des zugehörigen Kolbenzylinders, mit ihren Enden aber an die Kessel- und Rauchkastenwand angeschraubt.

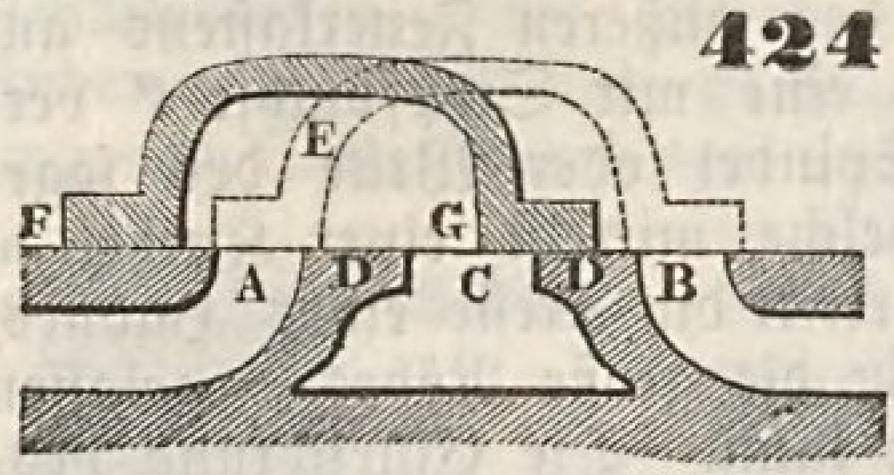
Die Schiebventile V kommuniziren mit den Oeffnungen oder Dampfkammern m′ und n′, die in den jedesmaligen Zylinder führen, so wie auch mit der mittleren Oeffnung o, die in Verbindung mit den beiden aufwärts gerichteten Röhren p′, p′, p′, und der Röhre p, das Blaserohr genannt, stehen. Letzteres Rohr führt den Dampf nach vollbrachter Wirkung auf die Kolben ab und mündet in die Esse G. Bei einer schnellen Bewegung der Maschine strömt der verbrauchte Dampf als eine beinahe ununterbrochene Masse durch das Blasrohr p und erzeugt so den für die Verbrennung durchaus nöthigen Zug, der bei feststehenden Dampfmaschinen durch eine entsprechende Essenhöhe erreicht wird.

An jedem der Gleitventile V ist die Führungsstange l′ derselben befestigt, die durch eine Stopfbüchse des Dampfkastens U tritt, und ihre den Schiebern mitzutheilende entsprechende Bewegung durch einen später anzugebenden Mechanismus empfängt,

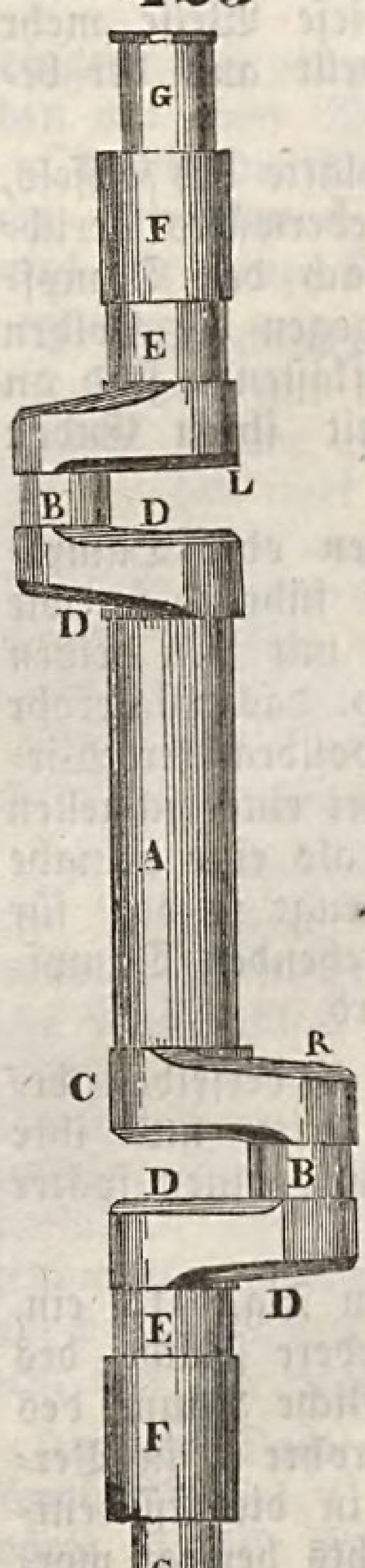
Nimmt das Gleit- oder Schiebventil die Stellung von Fig. 413 ein, so kann der vom Kessel kommende Dampf auf die vordere Fläche des Kolbe'ns wirken, während der hinter dem Kolben befindliche Raum des Zylinders mit m′ der Abflußöffnung o und dem Blasenrohre p in Verbindung steht, der vorher thätig gewesene Dampf also in die Esse entweichen kann. — Ist dagegen das Schiebventil nach rechts bewegt worden, nimmt es also die entgegengesetzte Stellung der Figur ein, so kommunizirt n mit o und dem Blaserohre, der frische Dampf tritt durch m′

in den Zylinder und wirkt auf die hintere Kolbenfläche. — Fig. 424 ist ein Schiebventil in größerem Maßstabe abgebildet, wobei A die hintere, B die vordere Dampfkammer, C die Oeffnung ist, durch welche der gebrauchte Dampf entweicht. Wie bereits bei den feststehenden Dampfmaschinen angegeben, sind auch hier die auf einander gleitenden Flächen, D, F und G, so genau bearbeitet, daß eine möglichst geringe Reibung stattfindet; ferner wird auch hier der Schieber durch den auf seine Außenfläche wirkenden Dampf fortwährend dicht gegen die Flächen D, D gedrückt. Leicht wird man überdieß nach dem Vorherbemerkten erkennen, daß bei der Figur 424 gezeichneten Stellung der Dampfkolben von links nach rechts getrieben wird. Die durch punktirte Linien angegebene Stellung des Schiebers ist die mittlere, wobei der Kolben beinahe das äußere Ende seines Weges erreicht hat und der Dampf weder in die Zylinder noch aus denselben treten kann. Die gußeisernen Zylinder sind übrigens in der Vorderwand des Kessels und in der Stirnwand des Rauchkastens auf eine Weise, wie aus den Figuren erhellt, befestigt und durch ebenfalls gußeiserne Deckel geschlossen. In dem dem Kessel nahe liegenden Deckel ist eine Stopfbüchse zur Dichtung und Führung der Kolbenstange Y angebracht. Der Dampfkolben X bedarf keine besonderen Bemerkung, da er sich von den im Artikel Dampfmaschine beschriebenen nicht unterscheidet. Der Durchmesser des Kolbens beträgt bei unserer Maschine 12 Zoll und die Länge des von demselben zu durchlaufenden Weges oder die Hublänge 18 Zoll, welches letztere ein gewöhnliches Maß bei den älteren Lokomotiven war. Im Vorderdeckel jedes Zylinders ist ein Hahn q′ angebracht, um das sich ansammelnde kondensirte Wasser abzulassen; ein anderer Hahn r′ dient zur Ausführung eben dieses Wassers aus den Seitenröhren p′ p′ des Blasrohres.

424



425



Jede der Kolbenstangen endigt sich in eine Gabel, durch deren Backen ein zylindrisches Querstück z geht, welches sich mit seinen Enden zwischen festliegenden Führungen A′, A′ bewegt, deren innere Länge natürlich etwas größer als die Hublänge des Kolbens ist. Zwischen den genannten gabelförmigen Backen wird das Querstück z von dem einen Ende einer Lenkstange B′ umfaßt, deren anderes Ende mit einem der beiden kurbelförmigen Theile oder den Krummzapfen C′, C′ der zu den Mittel- oder großen Rädern (den Triebrädern) D′ gehörigen Axe in Verbindung steht. Die beiden genannten Krummzapfen der Triebaxe sind unter rechten Winkeln gegen einander gestellt, was namentlich aus Figur 415 erhellt, wo der eine in horizontaler Lage sichtbar ist, während der andere die senkrechte Stellung angenommen hat.

Die gekurbelte oder gekröpfte Axe ist Figur 425 in größerem Maßstabe abgebildet, wobei die beiden Krummzapfen eine schiefe Stellung zur horizontalen Bildfläche haben. Da diese Axe sowohl die bewegende Kraft auf den zu überwältigenden Widerstand überzutragen, als auch den größten Theil des ganzen Maschinenge-

wichtes zu tragen hat, so ist dieselbe eben so fest als sorgfältig auszuführen und aus einem einzigen Stücke des allerbesten Schmiedeisens zu bearbeiten.

Bei unserer Maschine beträgt die Gesammtlänge der Axe 6½ Fuß mit einem Durchmesser von 5 Zoll. Der mittlere Theil A ist zylindrisch geformt, bei C, C, wo die Krummzapfen gebildet sind, hat sie 5 Zoll Dicke. Die Kurbelarme D, D haben 4 Zoll Breite oder Dicke, und ihre Höhe oder rechtwinklige Entfernung von der geometrischen Axe ist genau der halben Länge des Kolbenweges gleich, d. i. nach dem Obigen 9 Zoll. Die zylindrischen Zapfen B, B, welche von dem einen Ende der Lenkstange Y umfaßt werden, haben 5 Zoll Durchmesser und 3 Zoll Länge. Auf den ebenfalls zylindrischen Theilen F, F von 7½ Zoll Länge sind die Triebräder D′, D′ genau konzentrisch und so aufgekeilt, daß ein Drehen oder Gleiten derselben auf der Axe nicht möglich ist. Mit den an den Enden befindlichen Zapfen G, G läuft die ganze Axe in messingenen Büchsen oder Lagern, die außerhalb am Maschinengestelle befestigt sind; auf genannten Zapfen ruht zugleich der größte Theil vom Gesammtgewichte der Maschine. Die schwierige, höchst sorgfältige Bearbeitung der Kurbelaxe macht den Preis derselben sehr bedeutend, so daß z. B. die unserer Maschine mit 50 Pfd. Sterling bezahlt werden mußte.

Wir kommen nunmehr auf die zur Bewegung der Schubventile nothwendigen und sonst hierher gehörigen Theile zurück.

Im Allgemeinen geschieht die Bewegung der Ventile durch exzentrische Scheiben, wie bei den feststehenden Dampfmaschinen bereits angegeben wurde. Natürlich sind hier wegen der beiden Kolben wenigstens zwei Exzentriks nothwendig, wovon auch das eine C′ in Figur 413, beide aber bei E′ und E″ im Grundrisse Figur 415 sichtbar sind; von einem zweiten Paare Exzentriks F′, F″ werden wie weiter unten das Nöthige anführen.

Mit den Exzentriks E′ und E″ sind bezüglich die Schubstangen e″ e‴ verbunden, letztere wieder mit doppelarmigen Hebeln l″ und l‴, welche die Bewegung den mit einander entsprechend vereinigten Schubstangen m″ und l′ und vermöge letzterer den Schiebventilen mittheilen. Die Stellung und Befestigung, welche man den Exzentriks zu geben hat, muß so sein, daß deren größter Halbmesser ziemlich einen rechten Winkel mit dem respektiven Krummzapfen bildet und außerdem auch so, daß sie bei der Bewegung immer um ¼ Umdrehung den Krummzapfen vorschreiten. Auf diese Weise geschieht es denn, daß wenn ein Kurbelarm vertikal steht, dem Dampfe der Eintritt in den Zylinder völlig geöffnet ist; dagegen, wenn ein Kurbelarm die horizontale Lage angenommen hat, der Schieber sich in der Mitte seines Weges befindet (wie die punktirte Stellung Figur 424 zeigt), dem Dampfe also der Ein- und Austritt völlig versperrt ist.

Wie vorbemerkt, bildet der größte Halbmesser eines Exzentriks nicht genau einen rechten Winkel mit dem bezüglichen Krummzapfen, sondern liegt dieser Richtung etwas voraus. Diese Anordnung hat ihren besonderen Grund darin, daß dem Dampfe der Zufluß gegen die eine oder andere Seite der Kolbenfläche etwas früher gestattet werden muß, ehe die Umsetzung der Kolbenbewegung nach der Richtung, in welcher der Dampf einzuströmen beginnt, Statt findet, oder ehe der Kolben seinen ganzen Weg zurückgelegt hat. Die Bewegung des Schiebers eilt also zu der neuen Kolbenbewegung etwas vor, und zwar beträgt dieß bei unserer Maschine circa ¼ Zoll.

Die Vortheile, welche durch dieses Voreilen des Dampfschiebers erzeugt werden, sind besonders drei. Ein Mal ist es unnütz, ja schädlich, dem Kolben noch neue Kraft zuzuführen, wenn gleich nachher eine Umsetzung seiner Bewegung eintreten soll; sodann wird es noth-

wendig, dem eingeführten Dampf zeitig genug eine Entweichungsöffnung darzubieten, wenn dieser nicht bei der rückgängigen Kolbenbewegung als Hinderniß auftreten soll; und endlich kann der Dampf, welcher wegen der früheren Absperrung noch hinter dem Kolben verbleibt, diesem als ein Federkissen dienen, wodurch zugleich schädliche Stöße vermieden werden. Bei den feststehenden Dampfmaschinen, wo die Umsetzung der Bewegung nicht so oft geschieht, auch leicht plötzlich erzeugt werden kann, ist solche Vorsicht weit weniger nöthig, als bei den Dampfwagen, wo 4 bis 6 Wechsel der Kolbenbewegung pr. Sekunde eintreten.

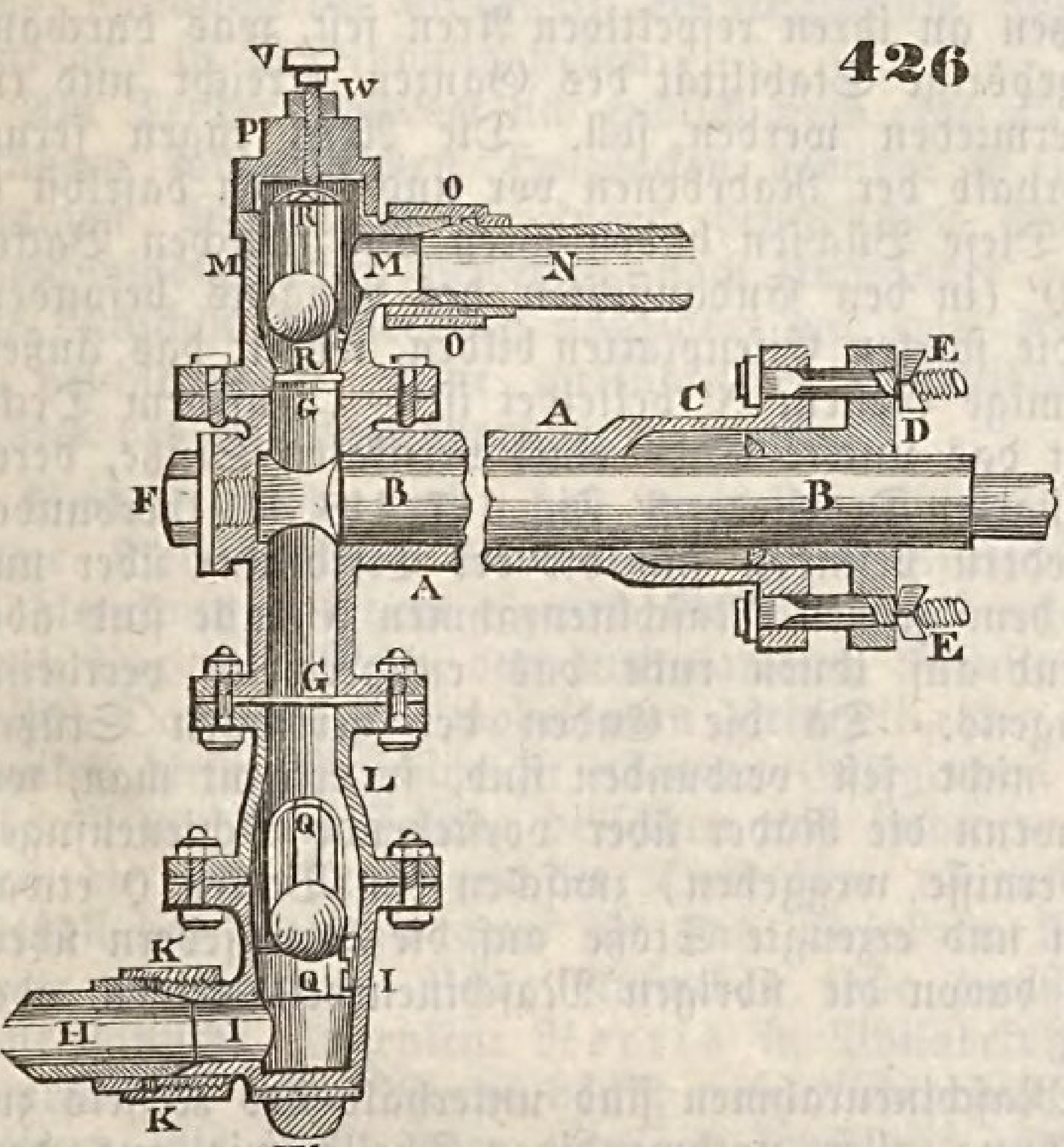
Die Stellung, welche wir bei unseren Exzentriks voraussetzen, erzeugt nur eine vorwärts gerichtete Bewegung des Dampfwagens; soll aber eine Bewegung rückwärts eintreten, so müssen dieselben die der vorigen genau entgegengesetzte Stellung annehmen. Obwohl nun diese Umsetzung durch dieselben Exzentriks, wenn diese nur entsprechend angeordnet werden, erreicht werden kann: so zieht man doch gewöhnlich vor, hierzu ein zweites Paar von Exzentriks anzubringen. Letzteres findet bei unserer Maschine Statt, indem die Exzentriks E′, E″ nur zum Vorwärtsbewegen, ein anderes Paar F′, F″ aber, welche sich zu beiden Seiten der Axe nahe der großen Triebräder D′ befinden, zum Rückwärtsbewegen dient. Hierbei sitzen beide Paare von Exzentriks in bestimmter Lage auf der Axe fest und man hat nur nöthig, das eine oder andere Paar, vermöge eines eigenthümlichen Mechanismus, auszurücken oder eingreifen zu lassen, damit der Dampfwagen beliebig rückwärts oder vorwärts läuft. Genanntes Aus- oder Einrücken wird, zufolge der ganzen Anordnung, von dem nächst der Feuerthüre stehenden Maschinenführer leicht durch den Hebel, die sogenante Rückstange w″ Fig. 417 bewirkt.

Der Munitionswagen (Tender) Fig. 414 und 416 trägt auf seinem auf vier (neuerdings meist sechs) gleich großen Rädern ruhenden Gestelle einen beinahe hufeisenförmig gestalteten hohlen Körper J″, der zur Aufnahme des Wasservorrathes dient. Derselbe ist aus Eisenblechplatten gebildet und hat 9 Fuß Länge, 6¾ Fuß Weite und 2¼ Fuß Tiefe. Der vordere längere Theil desselben ist oberhalb überall durch Platten K″ gedeckt, also völlig verschlossen, in dem hinteren etwas höheren Theile befinden sich aber drei durch Klappen gedeckte Öffnungen N″, wovon die mittlere O″ zum Einbringen des Wassers dient und mit dem übrigen Wasserraume kommunizirt, die beiden anderen aber zu Räumen führen, die vom Wasser entsprechend abgegrenzt sind und zur Mitführung mancherlei Werkzeuge und anderer Gegenstände benutzt werden, die der augenblickliche Bedarf, wenn die Maschine im Dienste oder Gebrauche ist, sehr oft nöthig macht. Der vermöge der Gestalt des Wasserraumes innerhalb des Ganzen verbleibende freie Raum R″ dient zur Aufnahme der zum Heizen nöthigen Kokes oder anderen Brennmaterials, wobei die Bodenfläche S″ eine nach vorn geneigte schiefe Fläche bildet, damit das Material immer von selbst nach dem Orte hinrollt, wo es dem Heizer zur Einführung in den Feuerraum des Kessels am bequemsten zu liegen kommt. Von dem Behälter J aus wird das Speisewasser dem Kessel durch die gebogenen Röhren P″, Q″ und die horizontale Röhre K″ Fig. 413 zugeführt. Das Zwischenrohr Q″ ist an seinen Verbindungsstellen durch Kugelgelenke oder andere Mittel so weit beweglich oder biegsam gemacht, daß ein Zerbrechen bei vorkommenden Schwankungen oder Drehungen nicht eintreten kann, weßhalb man dasselbe auch sehr oft durch ein Spritzenschlauchstück aus Leder oder Hanfgewebe ersetzt. Uebrigens versteht es sich von selbst, daß O″ nach Belieben ganz außer Verbindung mit P″ gebracht und der Tender von der Maschine weggenommen werden kann; die eigentliche Befestigung des Tenders an der

Lokomotive geschieht übrigens durch einen Bolzen X′ und das bewegliche Zugkettenglied W′. Da wo O″ mit der Horizontalröhre K′ vereint ist, befindet sich ein Hahn, der durch einen aufwärts geführten Stab t′ mit Griff vom Maschinenführer so gestellt werden kann, daß der Kessel immer eine entsprechende Wassermenge zugeführt erhält; zur völligen Abschließung des Wassers befindet sich am Tender, außerdem ein Hahn P″. Die Horizontalröhre K′ mündet in ein vertikal stehendes Rohrstück K von größerem Durchmesser, in welchem sich über einander zwei nur aufwärts zu öffnende Ventile befinden. Mit dem Raume zwischen diesen beiden Ventilen ist eine außerhalb am Kessel angebrachte Pumpe verbunden, die vermöge der ganzen Einrichtung das Wasser vom Tender aufsaugt und nach dem Kessel drückt.

Figur 426 zeigt den Vertikal-Durchschnitt der genannten Pumpe in größerem Maßstabe. Das Ende des Horizontalrohres K′ ist in genannter Figur bei H hinzudenken, das vertikale erweiterte Rohrstück besteht aus mehreren Theilen, die gehörig mit einander verbunden sind. Der untere Theil I ist mit einem zweiten Röhrenstücke L vereint, worin sich ein Kugelventil Q mit konischem Sitze befindet, an welchem die Kugel beim Aufliegen überall dicht anschließt; ein aufwärts gerichteter, an der Kugel befestigter Rahmen dient dieser sowohl zur Führung, als er auch die Hubhöhe derselben bestimmt. Unterhalb ist I mit einer Schraube v′ verschlossen, durch welche man zum Ventile Q gelangen kann. Das mittlere Röhrenstück G ist mit dem Stiefel A, worin sich der Pumpenkolben B bewegt, aus Einem Stücke gegossen. Bei C wird eine Liederung oder Dichtung angebracht, wogegen die Drückung D wirkt, welche letztere mittelst Schrauben E angezogen werden kann. Die Fortsetzung der Kolbenstange nach rechts ist entsprechend mit der Dampfkolbenstange Y und zwar so in Verbindung gesetzt, daß die Pumpe gleichen Hub mit dem Dampfkolben, also 18 Zoll, hat. In dem oberen Röhrenstücke M befindet sich das Steigventil, so wie das durch einen Muff o befestigte Steigrohr N, in welchem das Wasser nach dem Kessel geführt wird. Eine solche vereinigte Saug- und Druckpumpe befindet sich übrigens auf jeder Seite der Maschine.

426



Einen wichtigen, bisher nicht näher berührten Theil jedes Dampfwagens bilden die Räder desselben. Bei unserer Maschine sind zweierlei Arten von Rädern angewandt. Die mittleren oder Treibräder D haben keine Spurkränze (eine Anordnung, die sich gar nicht bewährt hat, gegenwärtig haben alle Räder Spurkränze) und einen Durchmesser von 5 Fuß; an den anderen beiden Paaren, den sogenannten Laufrädern, von nur 3½

Fuß Durchmesser, sind jedoch Spurkränze angebracht, weßhalb sie besonders auch dazu dienen, den Wagen zwischen den Schienen zu erhalten.

Die Felgen sämmtlicher Räder bestehen aus zwei über einander liegenden konzentrischen Reifen, wovon der untere, in welchem die Speichen befestigt sind, aus Gußeisen, der äußere (Tyer) aber aus Schmiedeeisen besteht, und welcher letztere im rothglühenden Zustande auf ersteren gezogen ist. (Neuerdings baut man Räder, wo alle Theile, selbst die Nabe, aus Schmiedeeisen bestehen.)

Die Speichen bestehen aus hohlen schmiedeeisernen Röhren, die gegen die Ebene des Rades etwas geneigt sind, und zwar so, daß abwechselnd die Neigung der einen auswärts, der nächstfolgenden aber einwärts gerichtet ist. Statt dieser Gestaltung und Anordnung wendet man indeß jetzt verschiedene andere an, wobei bemerkt werden mag, daß die Räder mit hohlen Speichen gänzlich außer Gebrauch gekommen sind.

Sämmtliche Räder sitzen an ihren respektiven Axen fest, was durchaus nöthig ist, wenn die gehörige Stabilität des Ganzen erreicht und ein seitliches Ausweichen vermieden werden soll. Die Axen ragen ferner mit ihren Zapfen außerhalb der Radebenen vor und laufen daselbst in messingenen Büchsen R. Diese Büchsen haben ihren Sitz zwischen Backen oder Hängearmen Q′, Q′ (in den Endansichten des Wagens besonders sichtbar), welche Theile die starken Eisenplatten bilden, womit das äußere hölzerne und rahmenförmige Gestelle N′ bekleidet ist. — Auf dem Deckel jeder dieser Büchsen ruht das untere Ende einer vertikalen Stütze, deren anderes Ende mit einer starken Druckfeder S′ Fig. 417, 418, 419 verbunden ist. Von diesen Druckfedern befinden sich die der Treibräder über und die der Laufräder unter dem großen Maschinenrahmen N′, alle sind aber an letzterem befestigt, und auf ihnen ruht das entsprechend vertheilte ganze Gewicht des Wagens. Da die Enden der vertikalen Stützen mit den Zapfenbüchsen nicht fest verbunden sind, so erkennt man, wie die Deckel der letzteren, wenn die Räder über vorstehende Schienenfugen oder andere solche Hindernisse weggehen, zwischen den Backen Q etwas auf- und abwärts steigen und erzeugte Stöße auf die Druckfedern übertragen können, ohne daß davon die übrigen Maschinentheile leiden, oder wohl gar zerstört werden.

Zwischen den großen Maschinenrahmen sind unterhalb des Kessels zur Aufnahme und Unterstützung aller nothwendigen Theile, wie aus dem Grundrisse erhellt, eiserne Längen- und Querrahmen angebracht. Der Kessel ist vermittelst 6 eiserner Kniestücke u′ auf dem Rahmen N′ befestigt.

Von den bisher noch nicht beschriebenen Theilen bedürfen noch folgende, welche sich auf dem Kessel befinden, einer kurzen Erwähnung.

P ist das sogenannte Mannloch zum Reinigen des Kessels, N und O sind zwei Sicherheitsventile, wovon das erstere unter der Kontrole des Maschinenführers steht, letzteres jedoch für denselben fortwährend verschlossen ist. Das Ventil N steht mit einem Hebel in Verbindung, dessen äußeres Ende durch eine am Kessel befestigte Federwage (spring balance) W niedergehalten wird, welche letztere zugleich dazu dient, die Größe der Dampfspannung im Kessel messen zu können. Auf der Decke des Kessels neben dem Standpunkte des Maschinenführers befindet sich endlich noch die Dampfpfeife Z′, die der Maschinenführer zum Signalgeben benutzt. Dieselbe besteht aus zwei Halbkugeln oder Glocken, die über einander gebracht sind, ohne sich jedoch zu berühren. Die untere hängt mit einer Röhre zusammen, welche mit dem Dampfraume des Kessels kommunizirt und die durch einen Hahn verschlossen werden kann. Oeffnet man den Hahn, so steigt der Dampf in der letzgenannten Röhre aufwärts, geht durch zwei seitlich in ihr angebrachte Oeffnungen, welche

in die untere Halbkugel münden, aus welcher er jedoch nach der oberen Kugelhälfte nur durch einen sehr engen ringförmigen Raum strömen kann, welchen ein oberhalb der Röhre angebrachter Teller zwischen seinem Rande und der unteren Kugel freiläßt. Wie auf solche Weise ein alles durchdringendes Pfeifen erzeugt wird, ist leicht erklärbar.

Ein nächst der Feuerthüre g befindlicher gläserner Wasserstandzeiger L bedarf keiner besonderen Erwähnung, indem ein solcher bereits vollständig im Artikel Dampfmaschine beschrieben wurde.

Um starke Stöße beim Zusammentreffen mit anderen Bahnwagen zu vermeiden, sind am vorderen Ende des Dampfwagens und am hinteren des Tenders mit Pferdehaaren ausgefüllte Lederkissen T', gewöhnlich Buffer genannt, angebracht, wovon die des Tenders noch entsprechend mit einer Springfeder (Stahlfedern nach Art der Wagenfedern, oder Scheiben aus vulkanisirtem Kautschuk, die ringförmig auf die Bufferaxe geschoben sind ꝛc.) in Verbindung stehen.

Am Tender befindet sich endlich noch eine Bremse, die aus mit den Rädern konzentrischen Holzbacken gebildet ist und welche mit den an übrigen Wagen eines Zuges befindlichen Bremsen dazu dient, die Geschwindigkeit der Bewegung nach Umständen zu vermindern, oder wenn die Maschine zu arbeiten aufgehört hat, das Anhalten des Wagenzuges zu beschleunigen. Eine ausführliche Beschreibung dieser Bremsen wird später bei den Transportwagen folgen.

Bemerkt werde noch, daß man seit einiger Zeit angefangen hat (für kurze Bahnstrecken) Lokomotiven zu konstruiren, wo der Wasser- und Kohlenraum auf dem eigenen Gestelle angebracht ist. (Tender-Maschine, Tank Engine.) Nach den unerwarteten Resultaten der Stephenson'schen ersten Dampfwagen, wobei man gleichzeitig die Wichtigkeit und Bedeutsamkeit dieser Maschine zu erkennen Gelegenheit hatte, bemühte man sich überall um Verbesserung derselben und suchte namentlich dahin zu gelangen, die gekröpften Axen der Treibräder zu entfernen, so wie auch das Gestell des Dampfwagens für das Befahren kleiner Bahnkurven geeigneter zu machen. Beide Aufgaben löste zuerst mit vielem Glück der amerikanische Ingenieur Norris in Philadelphia und gab zugleich den Impuls zu einer Menge höchst wesentlicher und vortheilhafter Konstruktionen, die mehr oder weniger kombinirt mit den ersten Maschinen Stephenson's und Sharp's die Basis der heutigen Dampfwagen bilden, die gegenwärtig in die beiden Hauptklassen: Maschinen mit Innseite- und Maschinen mit Außenseite-Zylindern getheilt werden, je nachdem die Dampfzylinder unterwärts oder seitwärts des Dampfkessels liegen.

Bei Norris' Dampfwagen liegen die Dampfzylinder und deren Schiebergehäuse frei außerhalb zu beiden Seiten des Kessels in einer nach dem Hintertheile der Maschine zu etwas geneigten Lage. Die Kolbenstangen laufen ebenfalls ganz frei zu den Seiten des Kessels und bewegen mittelst der Kurbelstangen die an einer geraden, nicht verkröpften Axe sitzenden Triebräder, indem sie (die Kurbelstangen) an einer zwischen den Speichen derselben sitzenden Warze befestigt sind.

Die Triebräder liegen unter dem hinteren Theile der Maschine, wodurch eine solche Last auf sie gebracht ist, daß sie einen größeren Widerstand (Adhäsion) auf den Schienen auszuüben im Stande sind, als es bei einer anderen Einrichtung und gleichem Gewichte der Maschine möglich wäre. Vier kleine, paarweise mit einander verbundene Räder tragen den Vordertheil der Maschine. Diese vier Räder sind unter einander mittelst eines Rahmens in der Art verbunden, daß sie sich frei um einen

vertikalen Zapfen (wie das Vordergestelle eines gewöhnlichen Wagens um den Reihnagel) bewegen können.

Die Beweglichkeit der Vorderräder macht die Maschine zum Gebrauche für Krümmungen von kleinerem Halbmesser geeigneter.

Dampfwagen nach dem Norris'schen Prinzipe sind mit mancherlei Verbesserungen auch aus der Werkstatt des Mechanikers Borsig in Berlin hervorgegangen. Fig. 427 zeigt einen derartigen Borsig'schen Dampfwagen.

Dabei ist A der Dampfkessel mit dem Dampfraume A'; A'' ist der Feuerraum, a', a' sind Probirhähne, von denen bei normalem Wasserstande die unteren Wasser, die oberen Dampf auslassen müssen, wenn sie geöffnet werden. In a'' ist die Dampfpfeife sichtbar und a''' ist eine Stange zum Oeffnen und Schließen eines Hahnes in der Speisepumpe, wodurch der Maschinist zugleich sich überzeugen kann, ob die Pumpe in Thätigkeit ist oder nicht. B ist die Feueresse, die von dem Rauchkasten B' ausgeht, C ist einer der Dampfzylinder, D die Kolbenstange, E die Triebstange, die an einem Ende mit der Kolbenstange, am anderen mit einer Warze des Triebrades F in Verbindung steht, und so die hin- und hergehende Bewegung der Dampfkolben auf das Triebrad überträgt und dessen Umdrehung veranlaßt. Ganz dieselbe Anordnung findet sich auf der anderen Seite der Maschine.

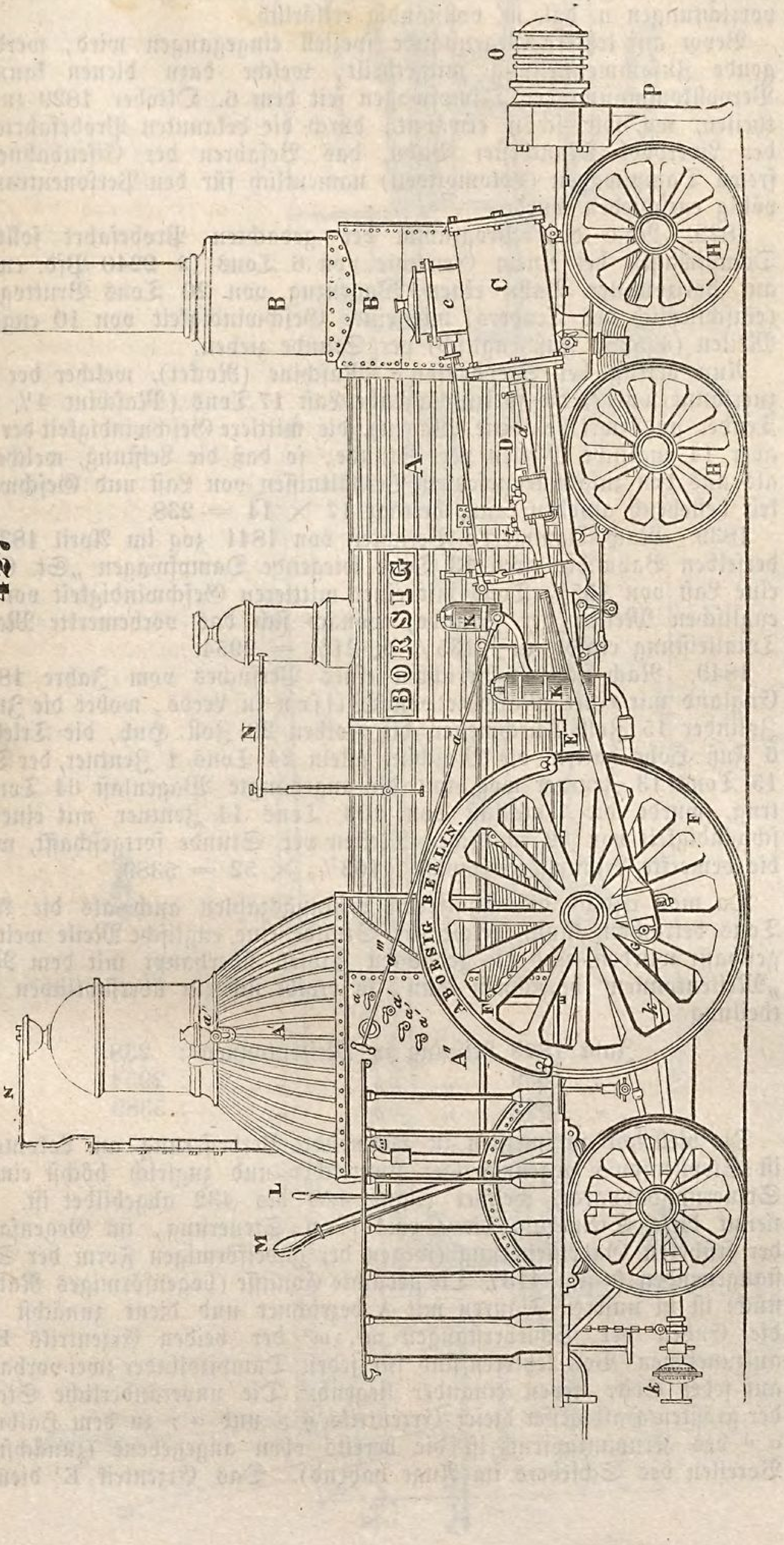
Die Geradeführung der Kolbenstangen geschieht durch zwei runde, parallel mit der Kolbenaxe laufende Stäbe d. An einem an der Kolbenstange befestigten Querstück i ist der Kolben der Kesselpumpe J angebracht, welche letztere parallel mit der Axe des Dampfzylinders liegt und gleichen Hub mit dem Dampfkolben hat. K sind die Ventilkasten, die so eingerichtet sind, daß man durch Wegnahme einer Schraube zu den Ventilen gelangen kann, indem dadurch ein schmiedeiserner Bügel gelöset wird, der die Ventile in ihren Sitzen hält. k ist das Rohr, welches das Wasser vom Tender herführt. L ist die Handhabe des Regulators, mittelst welchem der Dampfzufluß aus dem Kessel nach dem Zylinder geöffnet oder versperrt wird. M sind Handhaben, die zur Steuerung führen, wodurch der Dampfzufluß entweder auf die eine oder andere Seite der Dampfzylinder gestattet und dadurch eine vor- oder rückgängige Bewegung der Maschine veranlaßt wird. N, N sind Sicherheitsventile, deren Belastung durch Federn hervorgebracht wird.

Die ganze, eben beschriebene Maschine ist besonders zwischen den äußeren schräg liegenden Zylindern und den Triebrädern etwas länger als die von Norris selbst konstruirten. Hierdurch wird die Triebstange F, so wie auch der Kessel etwas länger, was beides vortheilhaft ist.

Dieser Verlängerung wegen, so wie auch besonders deßhalb, um die sonst leicht eintretende Drehung der ganzen Maschine, wodurch Axen und Räder leiden, zu vermeiden, ist außer den zwei vorderen Paaren von Laufrädern H, H hinten unter dem Feuerplatze und Stande des Maschinisten noch ein drittes Paar angebracht.

O sind endlich die Buffer zum Auffangen etwaiger Stöße und P, P Eisenstangen, an welchen Besen befestigt werden, die auf den Schienen liegende kleine Körper, wie Steinchen u. dgl. wegkehren.

Zu den wesentlichen Verbesserungen und Abänderungen der Dampfwagen der Gegenwart hat besonders der bereits früher erwähnte Umstand beigetragen, daß man es nicht nur für möglich, sondern auch als vortheilhaft erkannt hat, ziemlich bedeutende Steigungen noch mit freien Maschinen zu befahren. Hiermit verbunden das Bestreben zu vereinfachen und Brennmaterial zu ersparen, machen das gegenwärtige große Gewicht der Dampfwagen (bis zu 40 Tons), ihre bedeutende Kessellänge



427

(bis zu 14½ Fuß) und die zweckmäßigen Steuerungs- wie Expansionsvorrichtungen u. dgl. m. vollständig erklärlich.

Bevor auf letztere Gegenstände speziell eingegangen wird, werde folgende Zusammenstellung mitgetheilt, welche dazu dienen kann, die Vervollkommnung der Dampfwagen seit dem 6. Oktober 1829 zu beurtheilen, wo, wie schon erwähnt, durch die bekannten Probefahrten auf der Liverpool-Manchester Bahn, das Befahren der Eisenbahnen mit freien Dampfwagen (Lokomotiven) namentlich für den Personentransport völlig entschieden wurde.

1829. Nach dem Programm der gedachten Probefahrt sollte der Dampfwagen bei einem Gewichte von 6 Tons (à 2240 Pfd. englisch) auf horizontaler Bahn einen Wagenzug von 20 Tons Bruttogewicht (einschließlich des Tenders) mit einer Geschwindigkeit von 10 englischen Meilen (à 5280 Fuß englisch) per Stunde ziehen.

Nun betrug bei Stephenson's Maschine (Rocket), welcher der Preis zuerkannt wurde, die fortzuschaffende Last 17 Tons (Maschine 4¼ Tons, Tender und zwei beladene Wagen), die mittlere Geschwindigkeit der Fahrt aber 14 englische Meilen per Stunde, so daß die Leistung, welche man als aus den zusammengesetzten Verhältnissen von Last und Geschwindigkeit bestehend ansehen kann, beträgt $17 \times 14 = 238$.

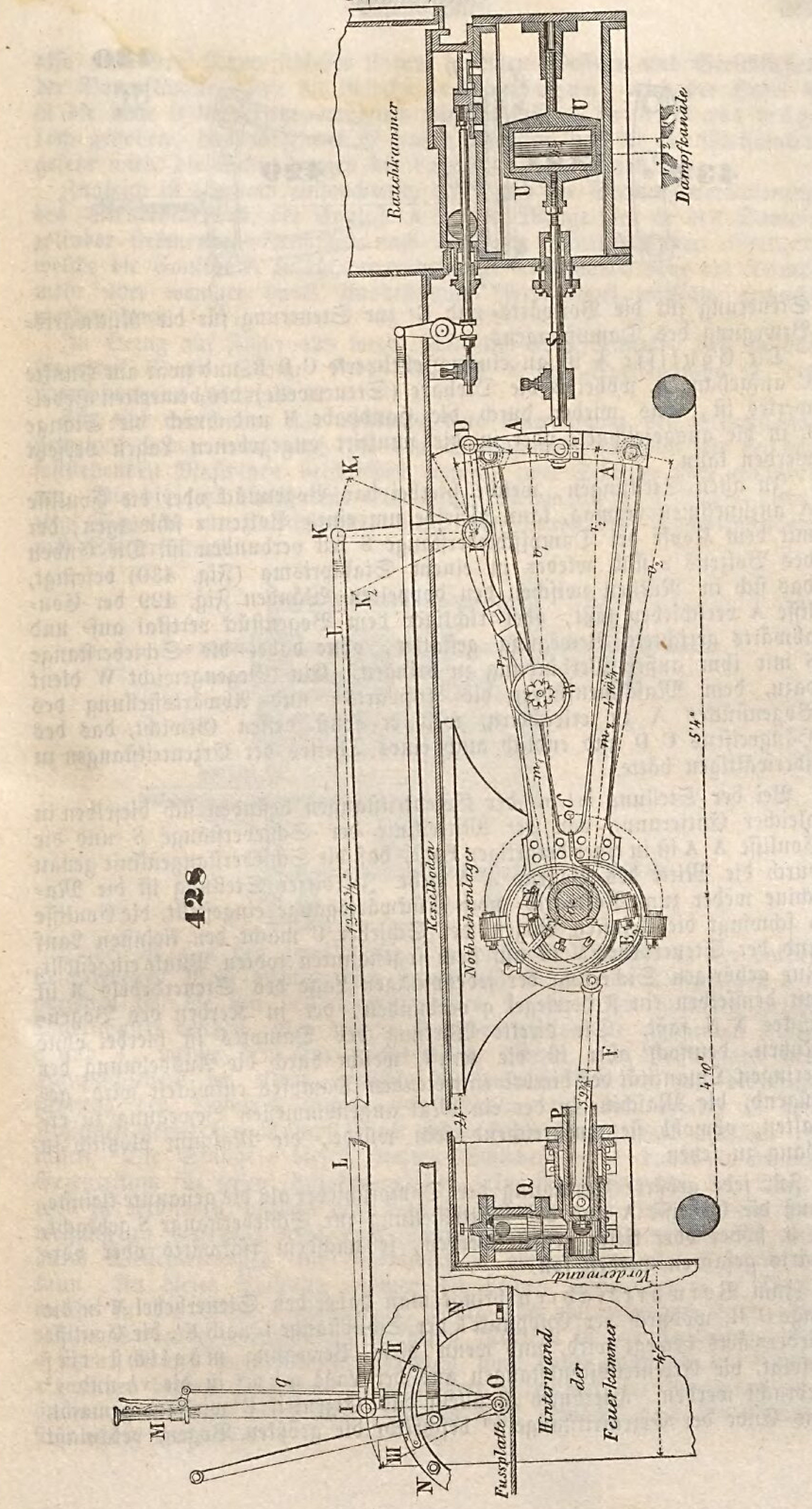
1839. Nach Dammert's Berichten von 1841 zog im April 1839 auf derselben Bahn der circa 13 Tons wiegende Dampfwagen „St. Georg" eine Last von 135½ Tons mit einer mittleren Geschwindigkeit von $21\frac{1}{5}$ englischen Meilen per Stunde, wonach sich das vorbemerkte Maß der Totalleistung ergibt, zu : $135\frac{1}{2} \times 21\frac{1}{5} = 2954$.

1849. Nach sicheren Berichten eines Versuches vom Jahre 1849 in England mit einer Maschine von Wilson in Leeds, wobei die Innseit-Zylinder 15 Zoll Durchmesser, die Kolben 20 Zoll Hub, die Triebräder 6 Fuß Höhe hatten, die Maschine allein 24 Tons 1 Zentner, der Tender 15 Tons 13 Zentner wog, und die angehängte Wagenlast 64 Tons betrug, wurde die Totallast von 103 Tons 14 Zentner mit einer Geschwindigkeit von 52 englischen Meilen per Stunde fortgeschafft, wonach die bemerkte Leistungszahl folgt : $103\frac{7}{10} \times 52 = 5389$.

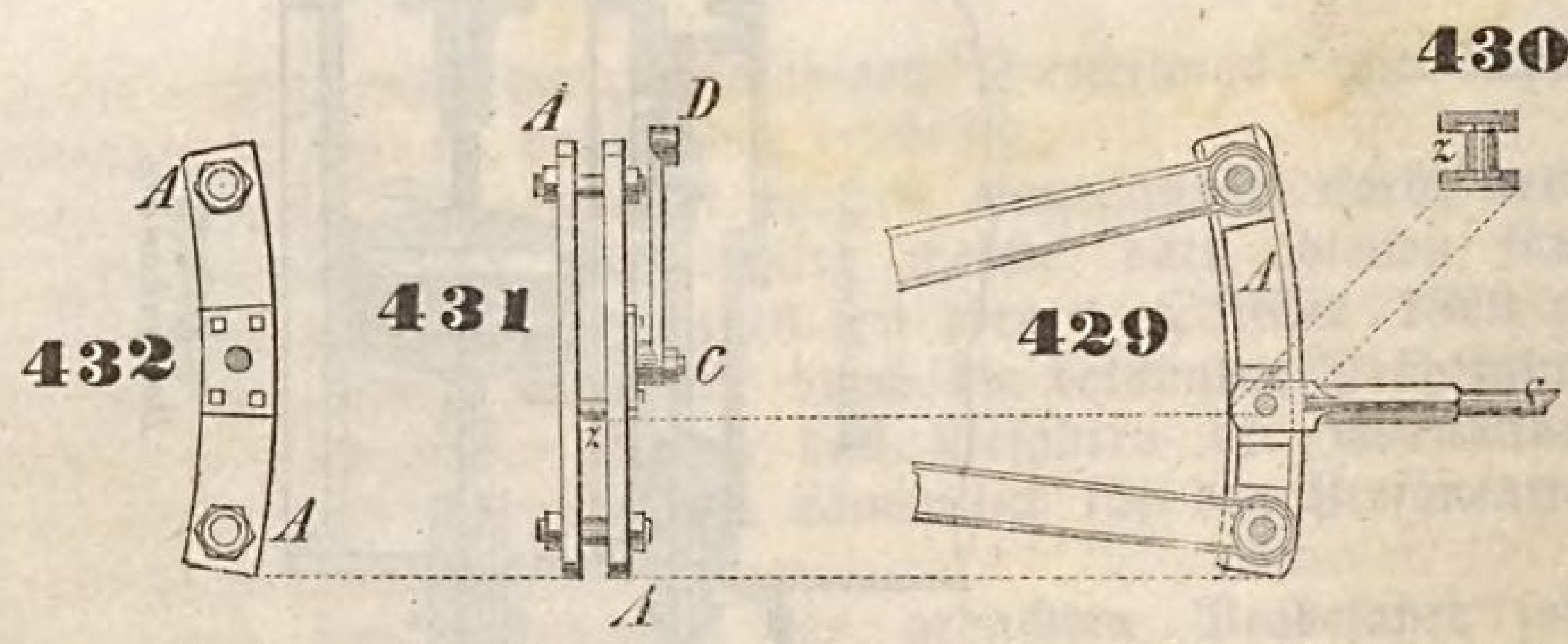
Da man endlich die erhaltenen Leistungszahlen auch als die Anzahl Tons betrachten kann, welche pro Stunde eine englische Meile weit fortgeschafft wurden, und die gedachten Zahlen überhaupt mit dem Namen „Meilentonnen" bezeichnen kann, so ergibt sich zur übersichtlichen Beurtheilung

Jahr	1829	Leistung in Meilentonnen	: 238
„	1839	„ „ „	: 2954
„	1849	„ „ „	: 5389.

Die vielleicht am meisten zu rühmende Verbesserung an Lokomotiven ist Stephenson's gegenwärtiger sinnreicher und zugleich höchst einfacher Steuerungsapparat, welcher Figur 428 bis 432 abgebildet ist. Man nennt diese Steuerung die Coulissen-Steuerung, im Gegensatze zu der früheren Gabelsteuerung (wegen der gabelförmigen Form der Schubstangenenden f'' Fig. 413). Die gedachte Coulisse (bogenförmiges Rahmenstück) ist in unseren Figuren mit A bezeichnet und dient zunächst dazu, die Enden der Schieberstangen m^1, m^2 der beiden Exzentriks E^1, E^2 aufzunehmen. Von letzteren sind für jeden Dampfzylinder zwei vorhanden, auf jeder Seite neben einander liegend. Die unveränderliche Stellung der größten Halbmesser dieser Exzentriks $\alpha\,\beta$ und $\alpha\,\gamma$ zu dem Halbmesser $\alpha\,\delta$ des Krummzapfens ist die bereits oben angegebene (zunächst das Voreilen des Schiebers im Auge habend). Das Exzentrik E^1 dient zur


Rauchkammer
Dampfkanäle
Kesselboden
Nothachsenlager
Hinterwand
der
Feuerkammer
Fussplatte
Vorderwand

428



Steuerung für die Vorwärts- und E² zur Steuerung für die Rückwärts-Bewegung des Dampfwagens.

Die Coulisse A ist an einem Hebelwerke C D B, und zwar am Punkte C aufgehangen, wobei B die Drehaxe (Steuerwelle) des bemerkten Hebelwerkes ist, was wieder durch die Handhabe M und durch die Stange L in die ausgezeichnete oder in die punktirt angegebenen Lagen versetzt werden kann.

In allen Stellungen, welche hierbei das Bogenstück oder die Coulisse A anzunehmen vermag, kann dieselbe um einen Bolzen z schwingen, der mit dem Kopfe der Dampfschieberstange S fest verbunden ist. Die Enden des Bolzens z sind wieder in einem Stahlprisma (Fig. 430) befestigt, das sich in Nuthen zwischen den doppelten Wänden Fig. 429 der Coulisse A verschieben läßt, oder richtiger dem Bogenstück vertikal auf- und abwärts gerichtete Bewegung gestattet, ohne dabei die Schieberstange S mit ihm außer Verbindung zu bringen. Ein Gegengewicht W dient dazu, dem Maschinenführer die Aufwärts- und Abwärtsstellung des Bogenstückes A zu erleichtern, weil er sonst dessen Gewicht, das des Hängeeisens C D und endlich auch eines Theiles der Exzentrikstangen zu überwältigen hätte.

Bei der Stellung m¹ m² der Exzentrikstangen befinden sich dieselben in gleicher Entfernung von der Mittellinie der Schieberstange S und die Coulisse A A ist in einer derartigen Lage, daß die Schieberstangenlinie genau durch die Mitte des Bogens A A geht. In dieser Stellung ist die Maschine weder zum Vorwärts- noch Rückwärtsgange eingestellt, die Coulisse A schwingt die kleinsten Bogen, der Schieber U macht den kleinsten Lauf und der Steuerhebel M ist auf dem sogenannten todten Punkt eingestellt. Zur gehörigen Sicherung der jedesmaligen Lage des Steuerhebels M ist mit demselben ein Federriegel q verbunden, der in Kerben des Bogenstückes N N faßt. Die direkte Wirkung des Dampfes ist hierbei ohne Nutzen, dennoch aber ist die Kraft, welche durch die Ausdehnung der geringen Quantität des hierbei eintretenden Dampfes entwickelt wird, genügend, die Maschine in der ein Mal angenommenen Bewegung zu erhalten, obwohl sie unzureichend sein würde, die Maschine plötzlich in Gang zu setzen.

Für jede größere Bewegung der Dampfschieber als die genannte kleinste, muß die Coulisse A aus der Mittelstellung zur Schieberstange S gebracht, d. h. höher oder tiefer gestellt werden, je nachdem rückwärts oder vorwärts gefahren werden soll.

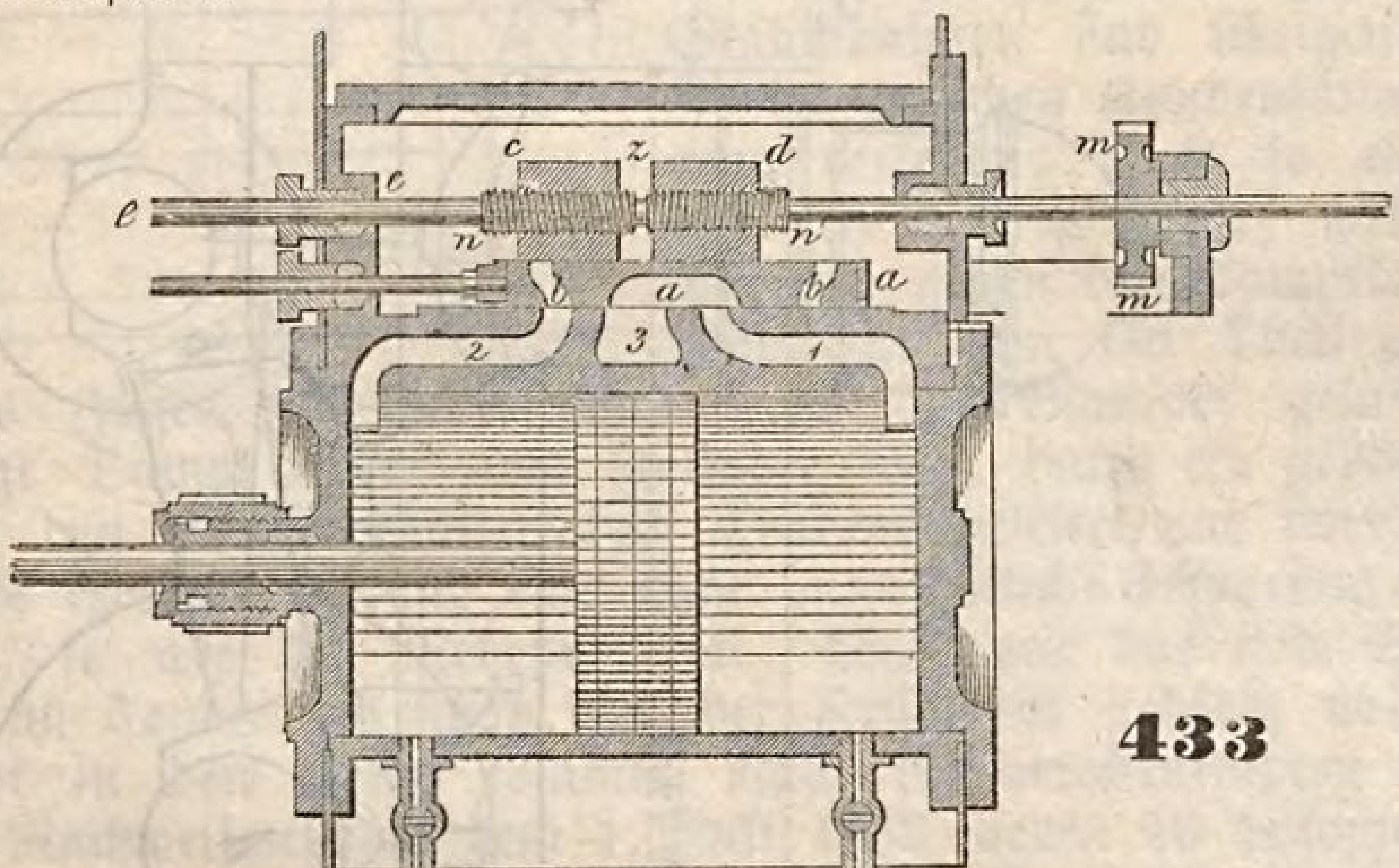
Zum Vorwärtsfahren bringt man daher den Steuerhebel M in die Lage O II, wodurch der Endpunkt k der Schubstange L nach K¹, die Coulisse niederwärts bewegt wird, und wenn diese Bewegung möglichst tief erfolgt, die Exzentrikschubstangen aus der Lage m¹ m² in die v¹ und v² gebracht werden. Hierdurch ist allein das Exzentrik E¹ wirksam gemacht, das Ende der Exzentrikstange v¹ beschreibt die größten Bogen, veranlaßt

also auch den Dampfschieber U zum völligen Oeffnen und Verschließen der Dampfkanäle. Für die Rückwärtsbewegung wird der Hebel M in die Lage O III versetzt, wodurch die Couliſſe A so hoch als möglich gehoben, das Exzentrik E^1 außer, dagegen das E^2 in Wirksamkeit gesetzt wird, die Schubstangen die Lage r^1, r^2 einnehmen 2c.

Zugleich ist hiernach einleuchtend, daß durch die Stellungsveränderung des Steuerhebels M, der Couliſſe A 2c. die Menge des in den Dampfzylinder strömenden Dampfes nach Belieben innerhalb der Grenzen, welche die Couliſſe A zuläßt, vermehrt oder vermindert, oder der Dampf mehr oder weniger durch Ausdehnung (Expansion) wirksam gemacht werden kann.

In Bezug auf Figur 428 werde schließlich noch bemerkt, daß an das Exzentrik E^2 die Stange F des Kolbens P der Speisepumpe Q des Dampfwagens gekuppelt ist.

Für eine wirksamere und vollkommenere Anwendung des Expansionsprinzipes bringt man auch bei den Dampfwagen (ähnlich wie bei den feststehenden Maschinen beschrieben wurde) zwei Schieber über einander an. Die bis jetzt bewährteste Einrichtung hierzu (die J. J. Meyer'sche) zeigt Fig. 433 im Durchschnitte durch die Mitte des Dampfzylinders und Steuerkastens.

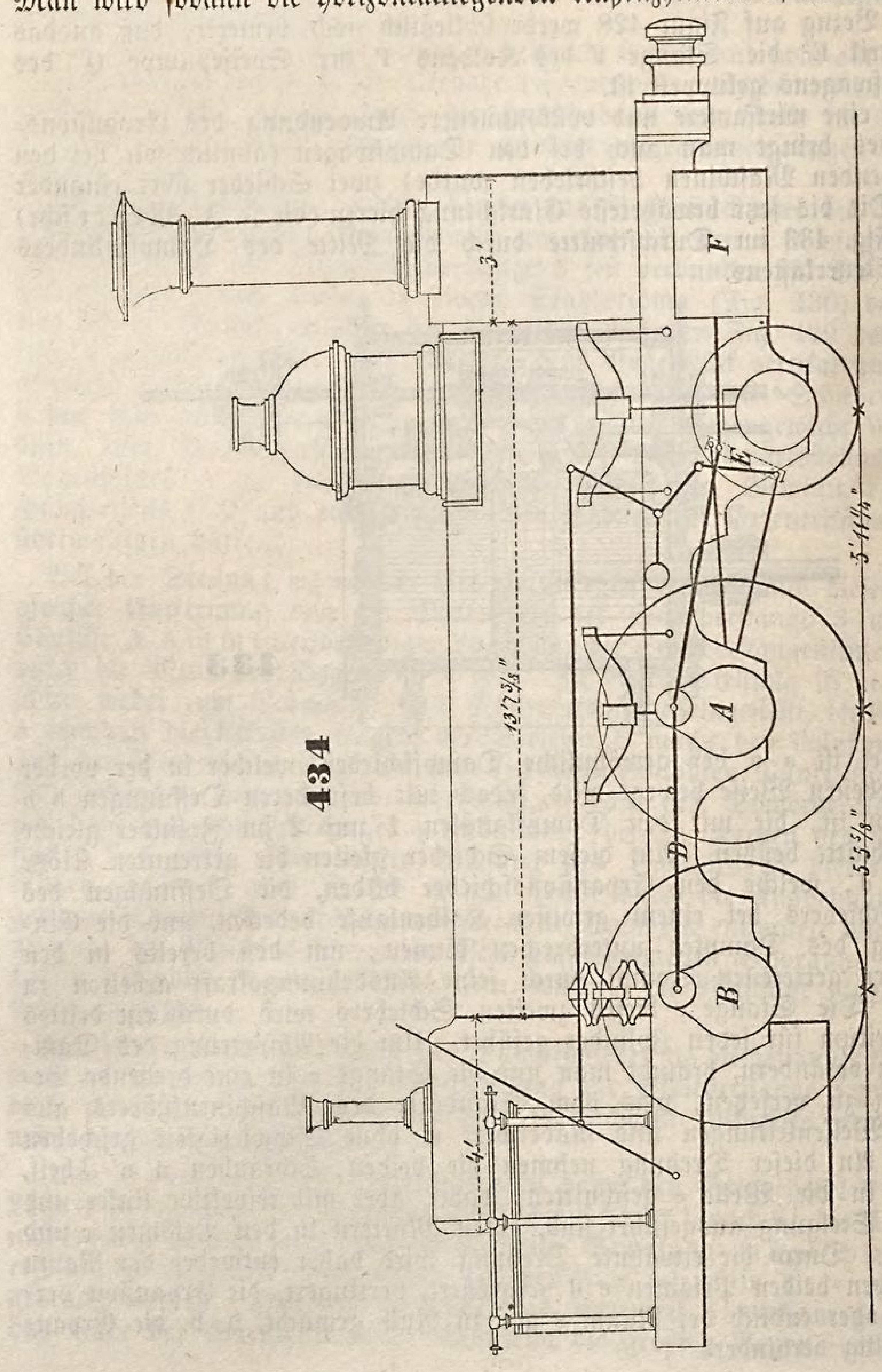


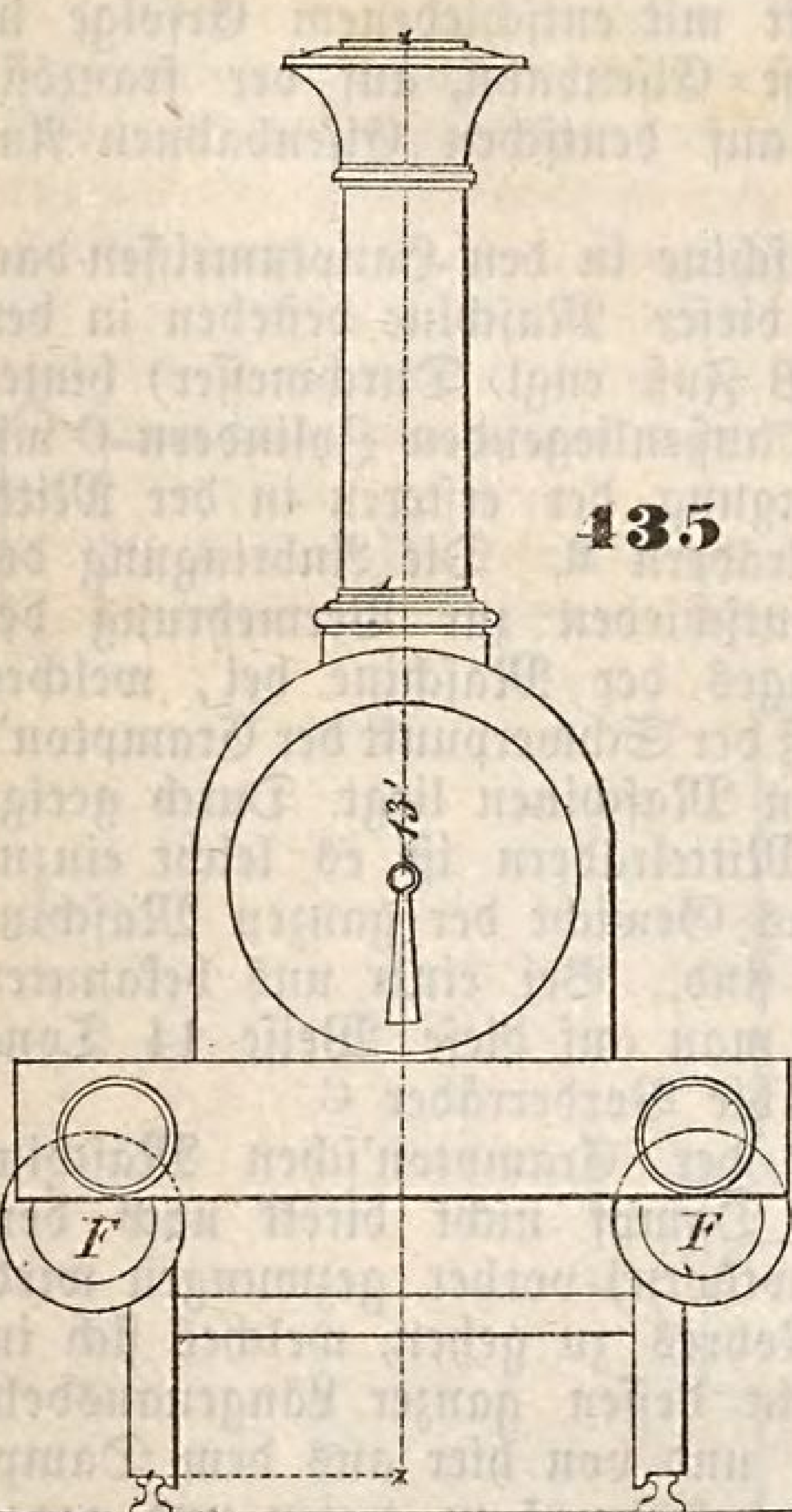
433

Dabei ist a a der gewöhnliche Dampfschieber, welcher in der vorher beschriebenen Weise bewegt wird, jedoch mit besonderen Oeffnungen b b versehen ist, die mit den Dampfkanälen 1 und 2 im Zylinder gleiche Querschnitte besitzen. Auf diesem Schieber gleiten die getrennten Klötze c und d, welche den Expansionsschieber bilden, die Oeffnungen des Hauptschiebers bei einem gewissen Kolbenlaufe bedecken, und die Einführung des Dampfes unterbrechen können, um den bereits in den Zylinder getretenen Dampf durch seine Ausdehnungskraft arbeiten zu lassen. Die Stange e dieses zweiten Schiebers wird durch ein drittes Exzentrikum für jeden Zylinder geführt. Um die Absperrung des Dampfes zu verändern, braucht man nur die Stange e in eine drehende Bewegung zu versetzen, was vom Standorte des Maschinenführers aus durch Wellenleitungen und Räderwerk m ohne Schwierigkeit geschehen kann. An dieser Drehung nehmen die beiden Schrauben n n' Theil, welche in die Welle e geschnitten, dabei aber mit respektive linker und rechter Steigung ausgeführt sind, deren Muttern in den Prismen c und d sitzen. Durch die erwähnte Drehung wird daher entweder der Raum z zwischen beiden Prismen c d vergrößert, verringert, die Expansion verändert oder endlich der Raum z gar zu Null gemacht, d. h. die Expansion völlig verhindert.

Was sonst eine kurze, aber doch einigermaßen vollständige Uebersicht der Lokomotiven der Gegenwart wünschenswerth machen dürfte, werde in der Beschreibung nachfolgender Figuren zusammengefaßt, welche die Hauptumrisse der vorzüglichsten Maschinen deutscher Bahnen für nicht ganz außergewöhnliche Fälle (wie z. B. die Lokomotiven zum Befahren des Semmerings) nach Maß und Verhältniß darstellen.

So stellen die Fig. 434 und 435 eine (Egestorff'sche) Maschine für Gütertransporte auf den älteren hannoverschen Bahnen dar, wobei die Triebräder A mit den Hinterrädern B durch eine Stange D (Kuppelstange) zur Vermehrung des Aufgriffes der Triebräder verkuppelt sind. Man wird sodann die horizontalliegenden Außenzylinder F, die Stephen-





135

son'sche Coulissensteuerung E ohne Weiteres erkennen, so wie die bedeutende Länge (über 13 Fuß) des Kessels bemerken.

Die Triebräder haben dabei 5 Fuß englisch Durchmesser, die Dampfzylinder 15 Zoll, und der Kolbenhub beträgt 24 Zoll. Die Anzahl der vorhandenen messingenen Sieberöhren ist 129, jede derselben von $1^7/_8$ Zoll äußeren Durchmessers. Die Heizfläche (d. Wasser berührende Fläche) der Sieberöhren beträgt 876 Quadratfuß, die Heizfläche der Firebox 66 Quadratfuß, folglich die Totalheizfläche 942 Quadratfuß. Das ganze Gewicht der Maschine beträgt 508 hannoversche Zentner oder 23.368 engl. Tons.

Die Maschinen (Nr. 67 und 68) wie die meisten der hannoverschen Staatsbahnen sind übrigens mit der Kirchweger'schen Kondensationsvorrichtung versehen, d. h. so eingerichtet, daß von dem Dampfe, welcher seine Wirkung gegen den Dampfkolben ausgeübt hat, nur ein Theil zur Erzeugung des Zuges im Schornsteine durch das Blasrohr gelassen wird, der übrige Dampf aber, vom Zylinder weg, durch ein gehörig weites Rohr in den Wasserbehälter des Tenders geleitet und dort kondensirt wird. Es erwächst hieraus eine nicht unwesentliche Ersparung an Brennmaterial, so wie der Nebenvortheil, daß durch das stete Sieden des Wassers im Tender sich schon hier der Kesselstein gehörig ablagert und also nicht in den Kessel kommt. Nach der veröffentlichten Bau- und Betriebs-Nachweisung bis zum 1. Juli 1852 waren 16 Lokomotiven mit der Kondensationsvorrichtung versehen, die im Vergleiche mit denen ohne die genannte Vorrichtung nachbemerkte Resultate lieferten.

	Lokomotivmeilen	Axenmeilen *)	Axen im Zuge	Kokeverbrauch Pfund	Kokeverbrauch pr. Meile Pfund	Kokeverbrauch pr. Axenmeile Pfund
Mit Kondensation	27,939	1,273908	45.60	4,216288	150.91	3.310
Ohne Kondensation	156,928	5,296571	33.75	26305072	167.62	4.966

Lokomotiven, welche Stabilität, Kraft und Geschwindigkeit in höchst bemerkenswerther Weise mit einander vereinigen und sich deßhalb ganz vortrefflich für die Schnellzüge eignen, sind die des englischen Ingenieurs

*) Unter Axenmeilen versteht man gegenwärtig beim Betriebe der Eisenbahnen das Produkt aus der zurückgelegten Zahl Meilen (hier deutscher) eines Zuges, multiplizirt mit der Zahl der Axen, woraus derselbe besteht.

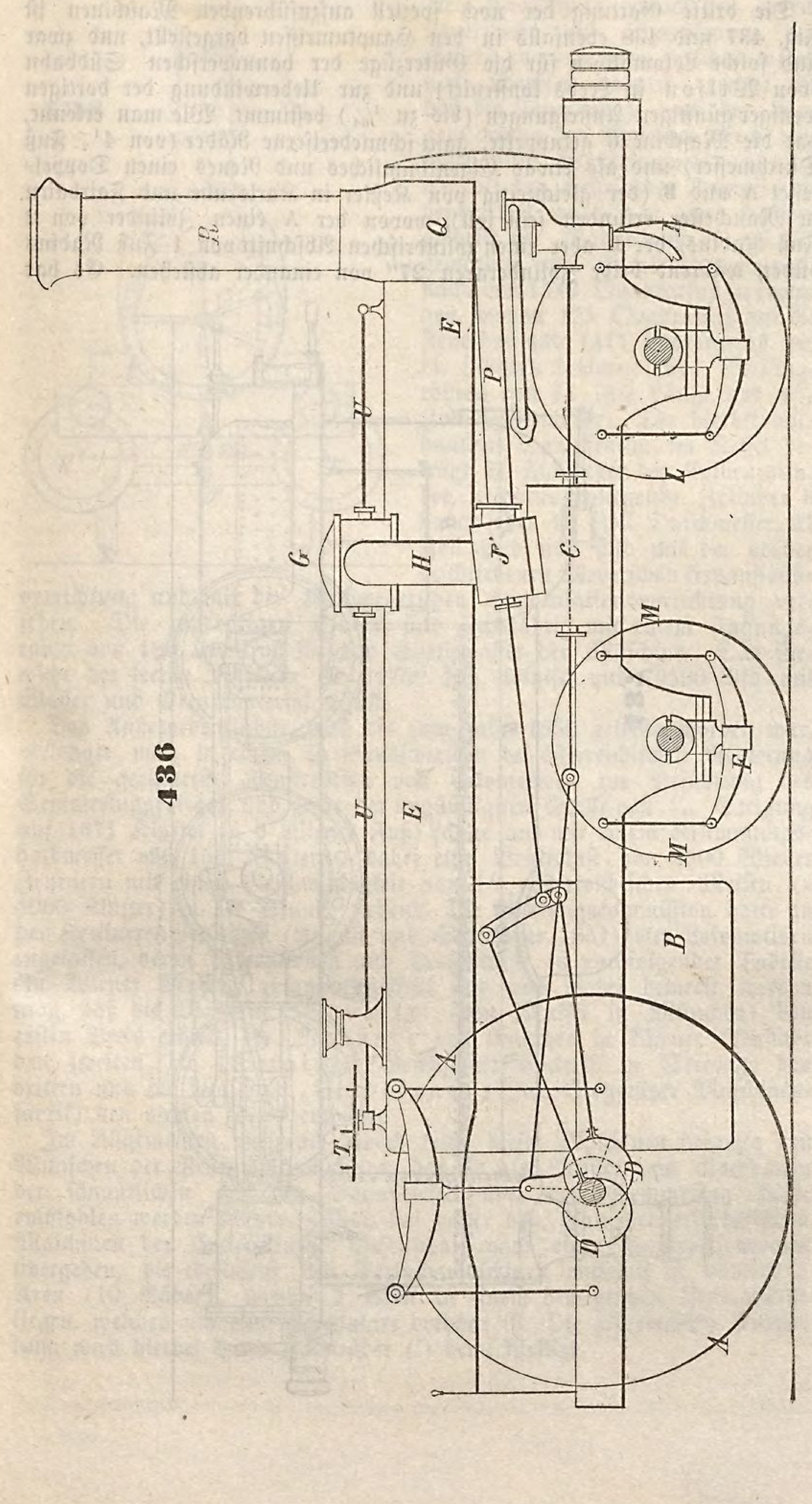
Crampton, welche bereits längere Zeit mit entschiedenem Erfolge in England auf der London- und Nordwest-Eisenbahn, auf der französischen Nordbahn und gegenwärtig auch auf deutschen Eisenbahnen Anwendung finden.

Fig. 436 stellt eine Crampton'sche Maschine in den Hauptumrissen dar. Die hauptsächlichen Eigenthümlichkeiten dieser Maschine bestehen in der Anbringung hoher Treibräder (bis zu 8 Fuß engl. Durchmesser) hinter der Feuerbox B, in der Anwendung von außenliegenden Zylindern C mit außenliegenden Exzentriks D und Anbringung der ersteren in der Mitte zwischen den Vorderrädern L und Mittelrädern M. Die Anbringung der Räder hinter dem Feuerkasten trägt entschieden zur Vermehrung der Adhäsion und zur Sicherheit des Ganges der Maschine bei, welches letztere noch dadurch unterstützt wird, daß der Schwerpunkt der Crampton'schen Maschine viel tiefer als bei anderen Maschinen liegt. Durch geeignete Stellung der Federn F an den Mittelrädern ist es leicht einzurichten, daß Vorder- und Hinterräder das Gewicht der ganzen Maschine allein tragen, die Mittelräder unbelastet sind. Bei einer uns bekannten Maschine von 27 Tons Gewicht brachte man auf diese Weise 14 Tons auf die Triebräder A und 13 Tons auf die Vorderräder C.

Eine noch andere Eigenthümlichkeit der Crampton'schen Maschine ist die, daß der im Kessel E gebildete Dampf nicht direkt nach dem Dome G treten kann, sondern (nach Hawthorn) vorher gezwungen wird, durch schlitzförmige Oeffnungen eines Rohres zu gehen, welches sich im oberen Theile des Kessels E, und zwar in dessen ganzer Längenausdehnung hinzieht, in den Dom G mündet und von hier aus dem Dampf gestattet, durch die Röhre H in den Steuerkasten J zu treten und gegen den Kolben im Zylinder C zu wirken. Die Dampfaustrittskanäle P beider Zylinder treten zu beiden Seiten des Rauchkastens Q durch Oeffnungen, wo sie sich in der Mitte unter dem Schornsteine R in dem Blasrohre vereinigen und der gebrauchte Dampf durch die Mündung des letzteren strömt. Diese Mündung ist überdieß, um den Luftzug des Kessels beliebig verändern zu können, durch einfache Mechanismen zu verengen oder zu erweitern, wie dieß bei fast allen anderen (ohne Kondensation arbeitenden) Lokomotiven der Fall ist. Zur Regulirung oder Absperrung des Dampfeintrittes aus dem Dome G in das Rohr H dienen Schieber, welche vom Maschinenführer durch Umdrehung eines Handrades T und mittelst Exzentrik, Halsring und Zugstange U bewegt werden können. Endlich ist noch besonders zu erwähnen, daß bei Crampton'schen Maschinen alle Räder ganz aus Schmiedeisen hergestellt, d. h. Stäbe, Speicher und Unterreif aus Schmiedeisen zusammengeschweißt sind.

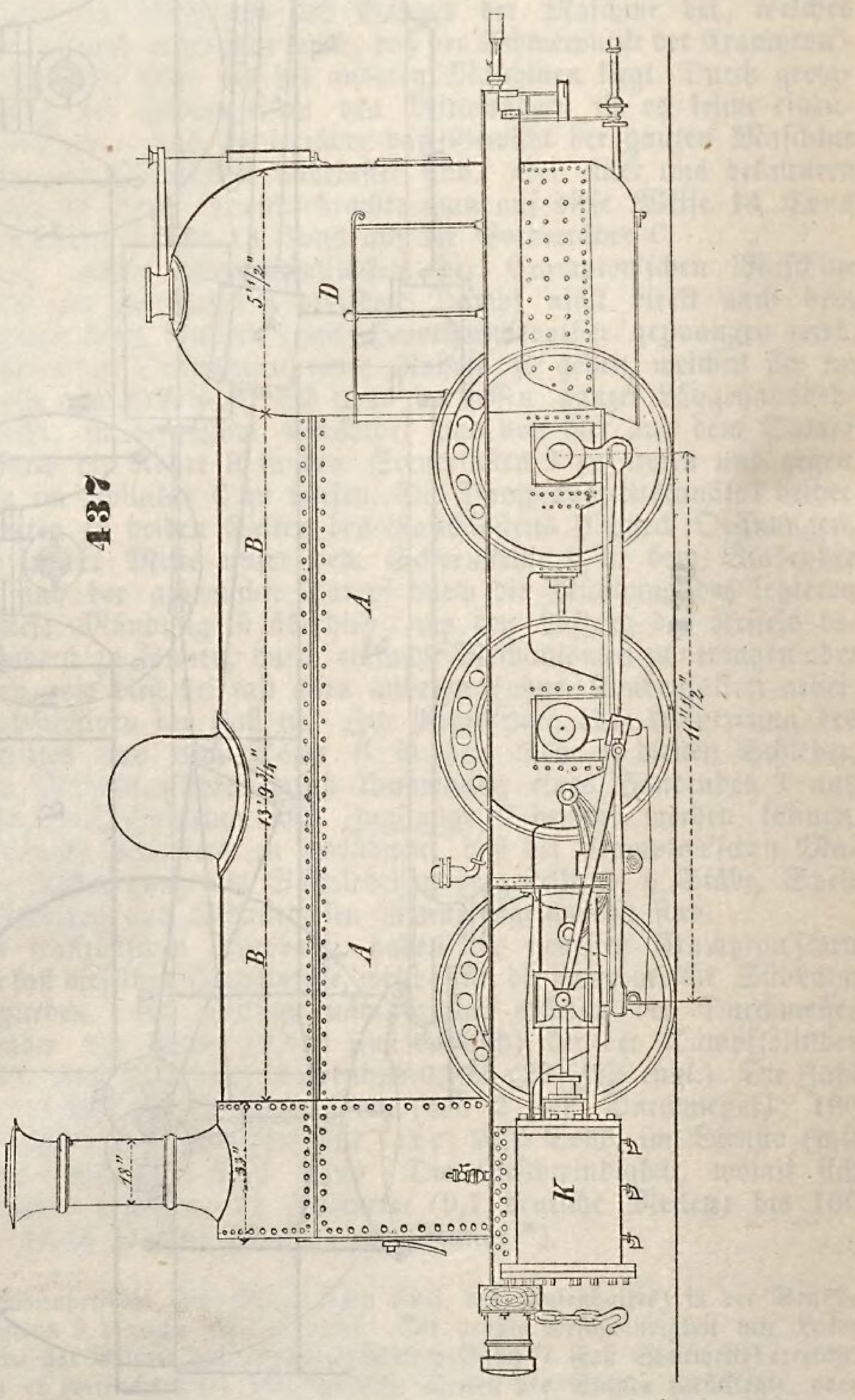
Auf der französischen Nordbahn haben die neuesten Crampton'schen Maschinen fast dieselben Verhältnisse, welche für die hannoversche Südbahn adoptirt wurden. Es beträgt nämlich bei ersteren der Durchmesser der Triebräder 2,3 Meter (7,544 Fuß englisch) der der Dampfzylinder 0,m42 (16½ Zoll engl.), der Kolbenhub 0,m56 (22 Zoll engl.). Die Zahl der 3,m5 (11,48') langen Sieberöhren (von 2 Zoll Durchmesser): 180 Stück. Endlich wiegt die Maschine leer: 24,2 Tons, im Dienste (mit Wasser und Feuerung) 27,2 Tons. Die Geschwindigkeit, womit sich diese Maschinen bewegen: 72 Kilometer (9,7 deutsche Meilen) bis 100 Kilometer (13,46 deutsche Meilen) pro Stunde *).

*) Die hannoverschen Schnellzüge legen (incl. des Aufenhaltes) in der Stunde wenigstens 8 deutsche Meilen zurück. Die größte Geschwindigkeit mit Lokomotiven hat Brunel auf der Great-Western-Bahn (7 Fuß Spurweite) erreicht. indem er (versuchsweise) 16⅔ deutsche Meilen pro Stunde zurücklegte, oder zu einer deutschen Meile Weg die Zeit von 3,6 Minuten bedurfte.

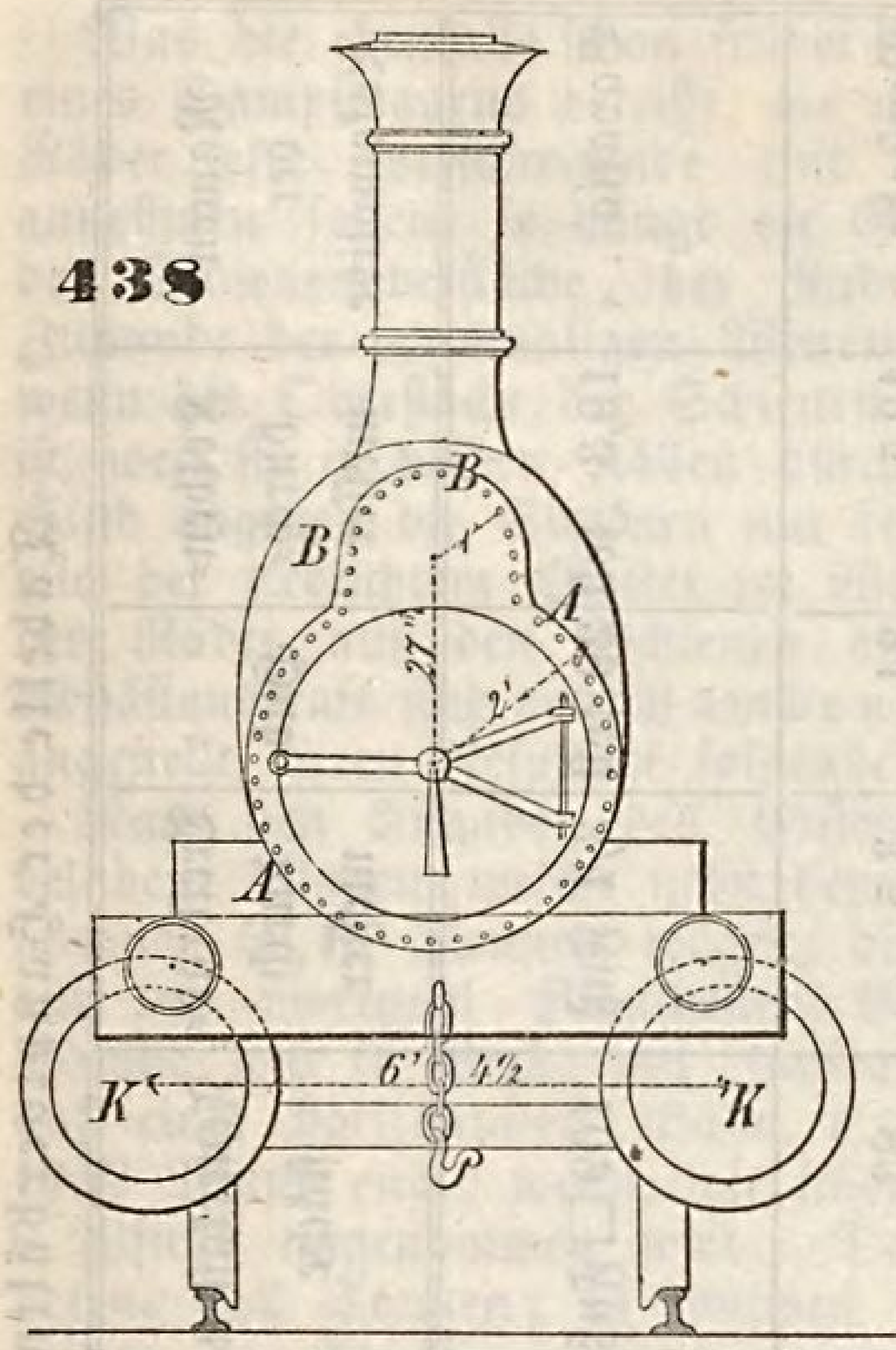


436

Die dritte Gattung der noch speziell aufzuführenden Maschinen ist Fig. 437 und 438 ebenfalls in den Hauptumrissen dargestellt, und zwar sind solche Lokomotiven für die Güterzüge der hannoverschen Südbahn (von Wilson in Leeds konstruirt) und zur Ueberwindung der dortigen weniger günstigen Ansteigungen (bis zu $1/_{64}$) bestimmt. Wie man erkennt, hat die Maschine 6 gekuppelte, ganz schmiedeeiserne Räder (von $4\frac{1}{2}$ Fuß Durchmesser) und als etwas Eigenthümliches und Neues einen Doppelkessel A und B (der gleichzeitig von Keßler in Karlsruhe und Fairbairn in Manchester erfunden sein soll), wovon der A einen Zylinder von 2 Fuß Radius, der B aber einen zylindrischen Abschnitt von 1 Fuß Radius bildet, während beide Zylinderaxen 27″ von einander abstehen. Es hat



438



diese Anordnung einfach den Zweck, Feuerfläche und Dampfraum des Kessels zu vergrößern, welches erstere noch überdieß dadurch erreicht ist, daß die Feuerbox D nach der Längenrichtung der Maschine durch eine sogenannte Wasserkammer (ähnlich wie bei den Kesseln der Dampfschiffe beschrieben wurde) in zwei Hälften getheilt ist. Dadurch ist es möglich geworden, eine Totalverdampfungsfläche von 1542 Quadratfuß zu erzeugen, wovon 125 Quadratfuß auf die Feuerbox und 1417 Quadratfuß auf die Röhren kommen (244 Messingröhren von 14 Fuß Länge und 1⅝ Zoll Durchmesser). Der hierbei vorhandene Dampfraum im Kessel beträgt 21 Füllungen der Kolbenzylinder, beide außenliegende Zylinder K haben jeder 19 Zoll Durchmesser, 27 Zoll Hub und sind mit der vorher beschriebenen Meyerschen Expansionsvorrichtung und mit der Kirchwegerschen Kondensationsvorrichtung versehen. Die zugehörigen Tender sind sechsrädrig mit einem Fassungsraum von 180 Kubikfuß für das Speisewasser der Maschine. Das Gewicht der leeren Maschine ist 61700 Pfd. kölnisch und 70500 Pfd. mit Wasser und Brennmaterial gefüllt.

Das Außerordentlichste, was bis zum Jahre 1850 geleistet worden war, verlangte man in einem Preisausschreiben der österreichischen Regierung für die geeignetste Konstruktion von Lokomotiven zur Befahrung des Semmeringgebirges, und zwar der ungünstigsten Stelle von 1/40 Steigung auf 1671 Klafter (à 6 Wiener Fuß) Länge und mit einem Krümmungshalbmesser von 150 Klaftern, dabei eine Bruttolast von 2500 Wiener Zentnern mit einer Geschwindigkeit von 1½ österreichischen Meilen (à 4000 Klafter) in der Stunde ziehend. Die Prüfungskommission hatte zu den Konkurrenzversuchen (August und September 1851) vier Lokomotiven zugelassen, deren Dimensionen und Verhältnisse in nachfolgender Tabelle (in Wiener Maßen) zusammengestellt sind und wobei bemerkt werden mag, daß die Maschine „Bavaria“ (von Maffei in München) den ersten Preis erhielt, die „Neustadt“ von Günther in Wiener Neustadt den zweiten, die „Seraing“ (Gesellschaft Cockerill in Seraing) den dritten und die Maschine „Vindobona“ (Wien-Gloggnitzer Maschinenfabrik) den vierten Preis empfing.

Im Allgemeinen entsprach jedoch keine dieser Maschinen derartig den Wünschen der Prüfungskommission, daß sie als Muster zum Nachbauen der sämmtlichen für den Bahnbetrieb über den Semmering hätte empfohlen werden können. Man hat daher den Bau der erforderlichen Maschinen der Cockerillschen Gesellschaft nach einer Konstruktionsform übergeben, die theilweise den Versuchsmaschinen entlehnt ist, nämlich 5 Axen (10 Räder), wovon 2 Axen in einem beweglichen Untergestelle liegen, welches um eine Vertikalaxe drehbar ist. Die erforderliche Kuppelung wird hierbei durch Zahnräder (!) bewerkstelligt.

Tabelle der Hauptverhältnisse der Semmering-Preis-Lokomotiven *).

Namen der Lokomotive	Kolben-durch-messer	Hub	Treibrad-durch-messer	Feuerkasten-fläche	Röhrenzahl und Fläche derselben	Totalheiz-fläche	Größte Axenent-fernung der 8 Räder	Gewicht der gefüllten Maschine	Bemerkungen **)
Bavaria . .	19,3 Zoll	29 Zoll	3,4 Fuß	109 □ Fuß	229 Stück mit 1468 Q. Fuß	1577 Q. F.	34,75 F.	880 Ztr.	2 Außenzylinder. Gliederketten zur Kuppelung. Die Vorderräder im beweglichen Untergestell drehbar. Besondere Tender.
Neustadt . .	12,5 "	24 "	3,5 "	83 "	180 Stück mit 1670 Q. Fuß	1753 "	25,78 "	1146 "	4 Außenzylinder. 4 Räderpaare, je 2 in einem beweglichen Untergestell. Keinen eigenen Tender. (Tank Eng.)
Seraing . .	15,5 "	27 "	3,3 "	140 "	340 Stück mit 1572 Q. Fuß	1712 "	25,96 "	989 "	4 Innseitzylinder. Zwei mit ihren Feuerkästen verbundene Lokomotiven. 4 Räderpaare, je 2 in beweglichem Untergestell. Besonderer Tender. Kuppelketten.
Vindobona .	16,0 "	22 "	3,0 "	161 "	286 Stück mit 1435 Q. Fuß	1596 "	15,0 "	842 "	2 Außenzylinder. Alle 8 Räder durch Kuppelstangen verbunden. Unverrückbare Axen. 6rädriger Tender.

*) 1 Wiener Fuß = 0,316 Meter = 1,037 engl. Fuß. — 1 Wiener Zentner = 56 Kilogramm = 1,102 engl. Zentner.

**) Spezielleres über diese Maschinen und deren Leistungen findet sich in Heusingers „Organ des Eisenbahnwesens." Bd. 6, S. 102 und 165, sowie Bd. 7, S. 68 bis 115.

Was die ebenfalls schon früher erwähnte Adhäsionskraft der Triebräder eines Dampfwagens betrifft, die unumgänglich nothwendig ist, wenn die Räder eine fortschreitende und nicht blos eine drehende Bewegung annehmen sollen, so hängt die Größe derselben von der Beschaffenheit der Schienenoberfläche, der Radreifen und von dem augenblicklichen Zustande der jedesmaligen Witterung ab. Sie ist nämlich am größten, wenn die Oberfläche der Schienen entweder ganz trocken oder ganz naß ist, weil sie in beiden Fällen durchaus von Unreinigkeiten befreit sind. Sind dagegen die Schienen nur feucht und theilweise mit Koth bedeckt, wie bei neblichtem Wetter im Winter und Herbst, so ist die Adhäsion der Räder auf den Schienen am geringsten. Zur Bestimmung der Adhäsionskraft sind von Pambour, Wood und Anderen viele Versuche angestellt, deren Resultate folgende sind:

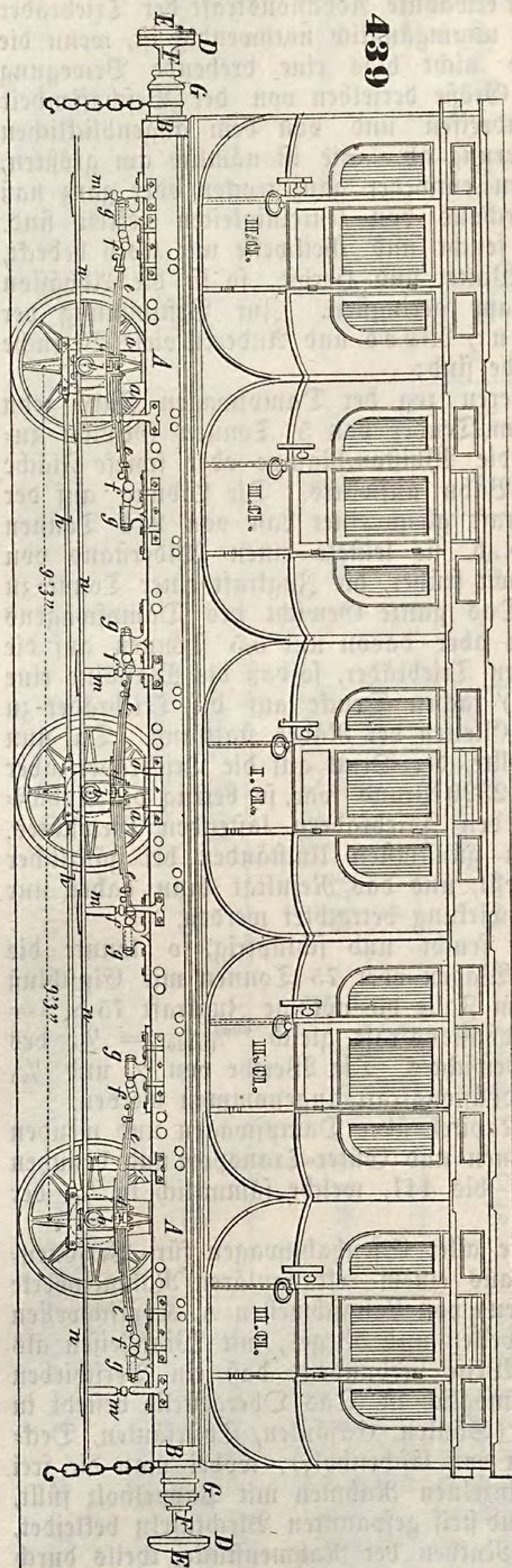
Nach den Angaben des Ersteren zog der Dampfwagen Fury zehn beladene Wagen, welche nebst dem Tender von 5 Tonnen Gewicht zusammen 56,16 Tonnen wogen, die Whiston-Rampe oder schiefe Fläche auf der Liverpool-Manchester-Bahn aufwärts. Die Ladung auf der Rampe war in Bezug auf Zugkraft gleich einer Last von 244 Tonnen auf einer horizontalen Bahn, d. h. sie leistete einen Widerstand von 1952 Pfund engl., wenn, wie schon früher, die Zugkraft einer Tonne zu 8 Pfund angenommen wird. Das ganze Gewicht des Dampfwagens betrug 8,2 Tonnen; es kommen aber davon nur 5,5 Tonnen auf die beiden, der Adhäsion unterworfenen Triebräder, so daß die Maschine eine Last gleich dem $44\frac{1}{2}$ ($= {}^{2440}/_{55}$) fachen Drucke auf die Triebräder zu ziehen vermochte, ohne daß ein Gleiten der Räder stattfand. Da nun die Zugkraft 1952 Pfund sein sollte, der Druck auf die Triebräder aber 5,5 Tonnen oder $5{,}5 \times 2240 = 12320$ Pfund war, so betrug die Adhäsionskraft ${}^{1952}/_{12320} = {}^{1}/_{6}$ des auf den Triebrädern lastenden Gewichtes. Dieser Versuch wurde unter den günstigsten Umständen bei gänzlicher Trockenheit der Schienen angestellt, und das Resultat kann daher nur als ein Maximum der Adhäsionswirkung betrachtet werden.

Waren dagegen die Schienen feucht und schlüpfrig, so konnte die Maschine nur noch 5 beladene Wagen oder 75 Tonnen mit Einschluß des Tenders ziehen. Da in diesem Falle die nöthige Zugkraft $75 \times 8 = 600$ Pfund beträgt, so ist die Adhäsionskraft gleich ${}^{600}/_{12320} = {}^{1}/_{20}$ des auf den Triebrädern lastenden Gewichtes. Die Werthe von ${}^{1}/_{6}$ und ${}^{1}/_{20}$ können daher als Grenzen der Adhäsionskraft angenommen werden.

Hiermit beschließen wir das Kapitel über Dampfwagen und wenden uns zu den Bahnwagen für Personen- und Güter-Transport und benutzen dazu die Abbildungen Fig. 439 bis 441, welche sämmtlich in ${}^{1}/_{48}$ der wahren Größe gezeichnet sind.

Das Haupt- oder Untergestelle aller Eisenbahnwagen für Personen- oder Güter-Transport besteht aus einem rektangulären Rahmenwerke (Eichenholz, neuerdings auch Eisen) von Langschwellen A, Kopfschwellen B, Langbaum, Streben, Querschwellen und Riegel, mit Winkeleisen als Eckverband gebildet und in der Weise verbunden, daß ein Verschieben nach irgend einer Richtung nicht möglich ist. Das Obergestelle besteht in der Regel aus Rahmenwerkkasten (Säulen, Ecksäulen, Thürsäulen, Deckrahmen, Streben ꝛc., am liebsten von Eschenholz), wobei man die frei bleibenden Felder zwischen den einzelnen Rahmen mit Pappelholz füllt, oder auch außerhalb mit gerade und steif gespannten Blechtafeln bekleidet, wozu man diese Tafeln theils in Nuthen der Rahmenstücke, theils durch Schrauben befestigt.

Bei den Personenwagen Fig. 439 und 440 wird das Obergestell mit dem Untergestell durch Schrauben (in Fig. 439 mit 18 Stück) vereinigt;

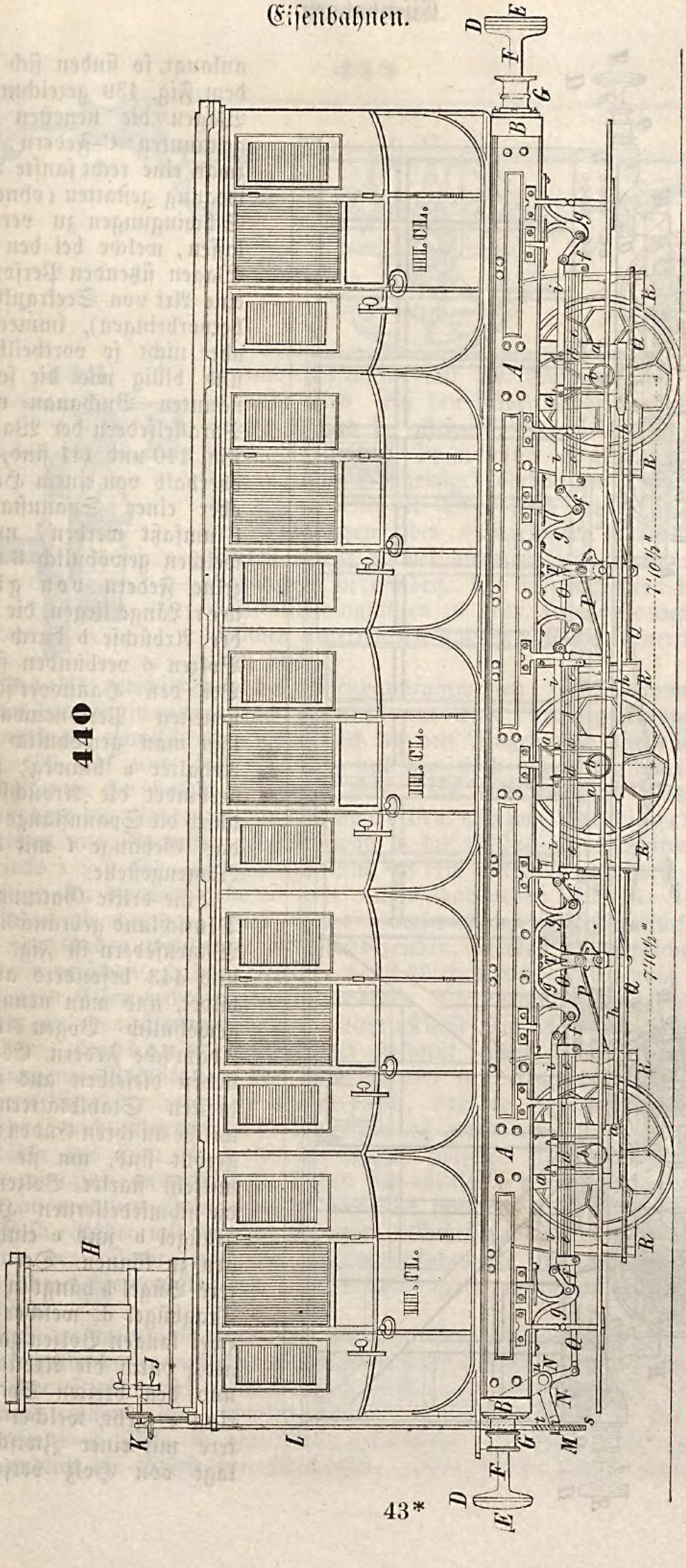


439

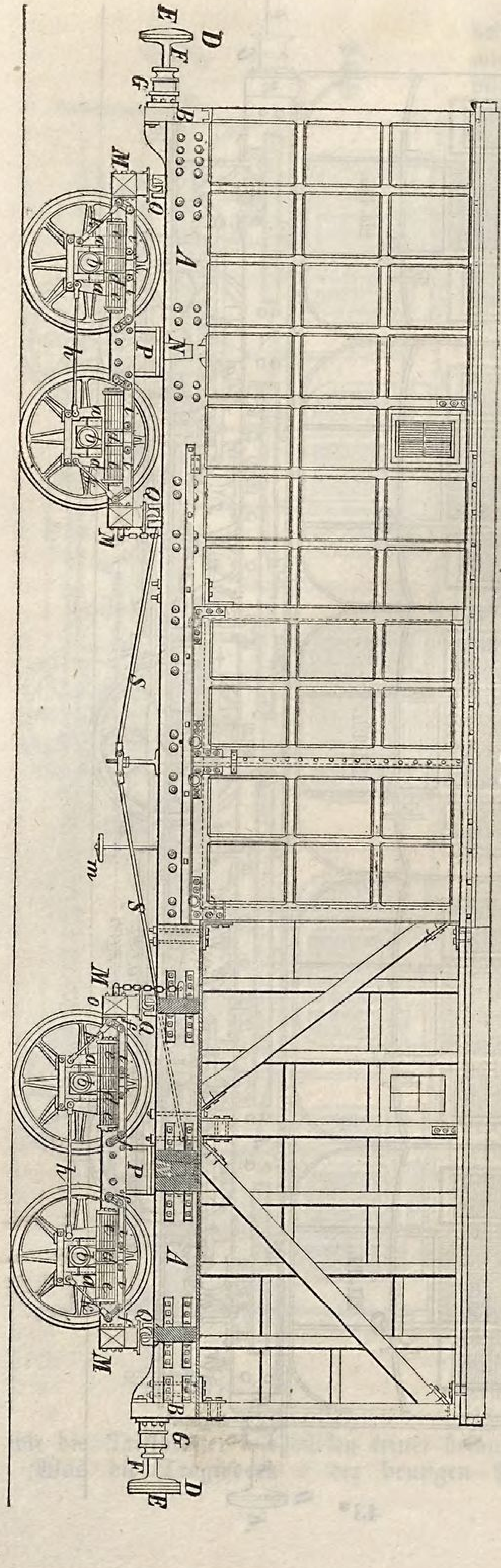
bei den bedeckten Güterwagen wie Fig. 441 aber dadurch gebildet, daß man die Ständer oder Säulen einfach in die Bäume des Untergestelles zapft; bei den offenen Güterwagen endlich wird eine Platform aus starken Bohlen gebildet, die zugleich, um Raum zu gewinnen, etwas breiter als das Gestell ist und je nach dem Zwecke mit Seitenwänden, Gitterwerk 2c. versehen werden kann.

Die verbundenen Wagengestelle werden auf Axen und Räder gestellt, wobei a die backenförmigen Blechplatten, die sogenannten Axenhalter sind, die zwischen sich die Axbüchsen b mit Schmierapparat aufnehmen. Die Deckelbolzen d dieser Axbüchsen bilden zugleich in der Fortsetzung nach oben die Verbindungsmittel zwischen den Rädern und den Tragfedern e, die wieder durch Gehänge f mit am Untergestell des Wagens befestigten Hängelagern g verbunden sind, und so Räder und Wagen zu einem Ganzen vereinigen, auf welches durch etwaige von den Bahnschienen oder den Rädern aus kommende Stöße keine nachtheiligen Wirkungen übertragen werden können. Zur nochmehrigen festen Vereinigung dienen Verbindungsstangen h und Streben k. Zur Vermeidung der Nachtheile beim Zusammentreffen je zweier Wagen dienen die sogenanten Buffer D mit gepolstertem Kissen E versehen, während ihre Stangen (Bufferstangen) F durch die Zylinderansätze G in das Untergestelle treten und dort mit einer horizontalliegenden sogenannten C-Feder in der Weise verbunden sind, daß sie nachtheiligem Ziehen wie Stoßen gleichmäßig begegnen können. (Sogenannte Gummibuffer haben sich, als zu leicht zerstörbar und zu wenig elastisch, nicht sehr bewährt.) Die Tritte m wie die Trittbretter n bedürfen keiner besonderen Erklärung.

Was die Tragfedern e der heutigen Personen- und Güterwagen



440

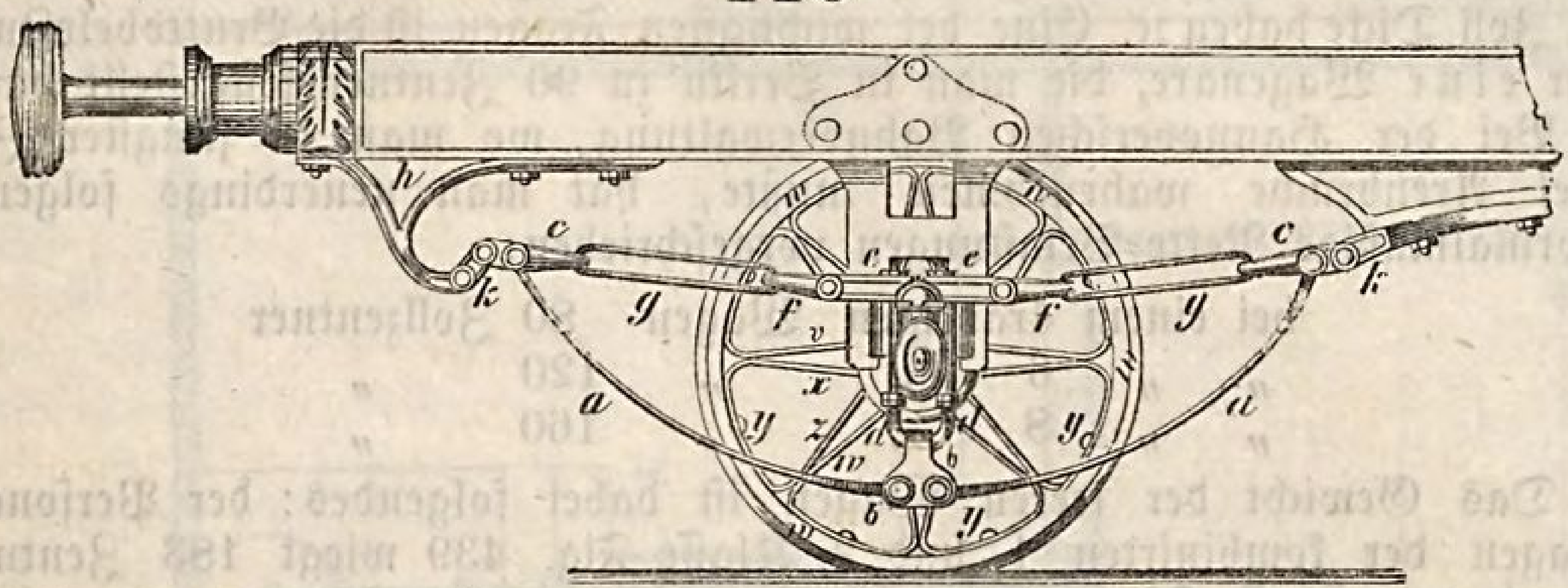


441

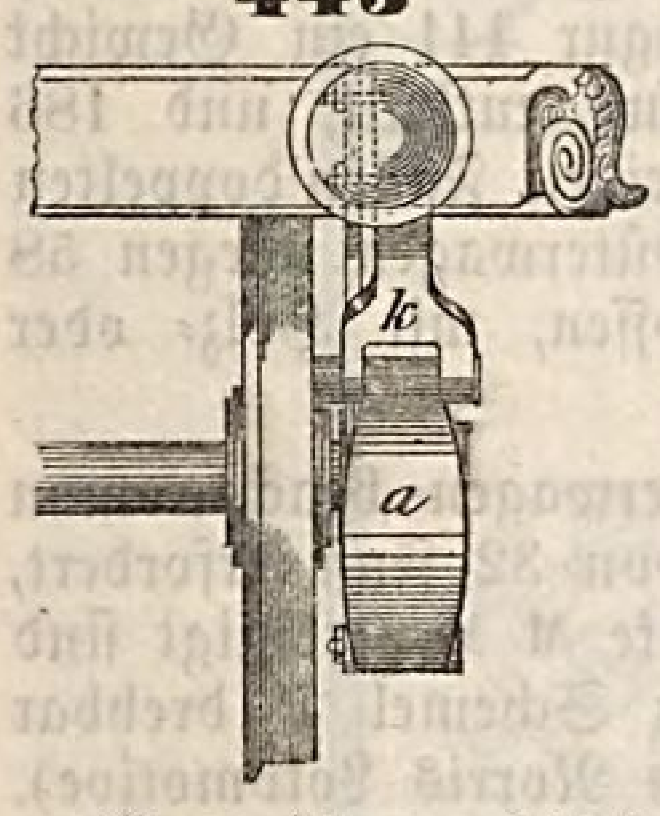
anlangt, so finden sich bei dem Fig. 439 gezeichneten Wagen die neuesten sogenannten C-Federn, die zwar eine recht sanfte Bewegung gestatten (ohne zu Schwingungen zu veranlassen, welche bei den im Wagen sitzenden Personen eine Art von Seekrankheit hervorbringen), immerhin aber nicht so vortheilhaft und billig wie die sogenannten Buchanan- oder Parallelfedern der Wagen Fig. 440 und 441 sind, die oberhalb von einem Hebel oder einer Spannstange i umfaßt werden, unter welchen gewöhnlich 6 einzelne Federn von gleicher Länge liegen, die mit der Axbüchse b durch die Bolzen d verbunden sind. Bei den Hannover'schen neuesten Personenwagen läßt man gewöhnlich die Axhalter a hinweg, und verbindet die Axbüchse b durch die Spannstange und das Gehänge f mit dem Wagengestelle.

Eine dritte Gattung in Deutschland gebräuchlicher Wagenfedern ist Fig. 442 und 443 besonders abgebildet, und man nennt sie gewöhnlich Bogen- oder Adam'sche Federn. Es bestehen dieselben aus zwei breiten Stahlblättern a, welche an ihren Enden umgerollt sind, um sie vermittelst starker Bolzen in die schmiedeisernen Hängebügel b und c einhängen zu können. Der untere Bügel b hängt in dem Tragbügel d, welcher mit zwei langen Bolzen gabelartig durch die Axbüchsen und den breiten Spannring e geht, welcher letztere mit einer Zwischenlage von Holz versehen

442



443



ist und horizontal auf die Schmierbüchse aufgeschraubt wird. An den beiden Enden des Spannringes e sind die kleinen Bügel f befestigt, wodurch die beiden Spannketten g gehen und mit dem oberen Hängebügel verbunden werden. An der einen Seite der Feder wird der Bügel c mit den Tragstützen oder Hängelagern h durch einen Bolzen direkt, an der anderen Seite aber durch das Gehänge k verbunden. Bei diesen Federn sind die Vertikalschwingungen zu groß, so wie sie auch leicht Brüchen unterworfen und endlich die theuersten von allen sind.

Was die verschiedenen bei Eisenbahnfuhrwerken jetzt vorkommenden Räder betrifft, so verdient recht eigentlich nur Eine Gattung hervorgehoben zu werden, nämlich die, welche sich an den Wagen und Gestellen von Fig. 439, 441 und 442 vorfinden und die nach ihrem Erfinder unter dem Namen Losh-Räder bekannt sind. Es bestehen diese Räder mit Ausnahme der Naben ganz aus Schmiedeisen, und zwar sind die geraden Speichen aus Flacheisen gebildet, was in die Gestalt eines Sektors oder Dreiecks x y z Fig. 442 gebogen und an den Unterreif w mittels Nieten befestigt ist; hiernach gehören zwei unmittelbar neben einander liegende Speichen wie v und x, ferner w und z verschiedenen Flacheisenstücken an. An den Enden welche in die Nabe reichen, werden die Speichen mit Löchern versehen, damit dieselben beim Gießen der Nabe vom durchfließenden Eisen recht festgehalten werden. Die ebenfalls schmiedeeisernen Räder an den Personenwagen dritter Klasse Fig. 440 sind unter dem Namen „Haddau's" Patenträder bekannt, aber höchstens als eine mißlungene Modifikation des Losh Patent zu betrachten. Bei letztern Rädern liegt der besondere Fehler darin, daß die Speichenpolygone der Bandage nicht überall gleiche Unterstützung gewähren.

Räder aus Holz, d. h. wo der Raum zwischen Nabe und Spurkranz ganz mit Holz ausgefüllt ist, haben sich ebenfalls nicht so bewährt, wie man an manchen Orten glaubte, und sind übrigens auch nicht wohlfeiler als Losh-Räder mit geraden Speichen. Gußeiserne Räder hält man der Natur der Sache nach für Eisenbahnfuhrwerke für unzuläßig; eine Ausnahme hiervon machen vielleicht gute amerikanische Schalengußräder.

Nach der mehrmals erwähnten Berliner Versammlung deutscher Eisenbahntechniker hat man für die Konstruktionsverhältnisse der Räder festgesetzt, daß ihre Durchmesser mindestens 3 Fuß engl. und höchstens $3\frac{1}{2}$ Fuß betragen sollen, ihre schmiedeeisernen (Bündel-) Axen in der Nabe mindestens 4 Zoll, in der Mitte mindestens $3\frac{5}{8}$ Zoll Stärke besitzen, und endlich die Stärke der Axschenkel (Zapfen) bei neuen Achsen $2\frac{5}{8}$

Zoll sein soll. Die Radreifen sollen $4^7/_8$ — 6 Zoll Breite und mindestens $^3/_4$ Zoll Dicke haben &c. Eine der wichtigsten Fragen ist die Bruttobelastung für eine Wagenaxe, die man in Berlin zu 90 Zentner festgestellt hatte.

Bei der Hannoverschen Bahnverwaltung, wo man in jüngster Zeit viel Axenbrüche wahrnehmen mußte, hat man neuerdings folgende normalmäßige Netto-Belastungen vorgeschrieben:

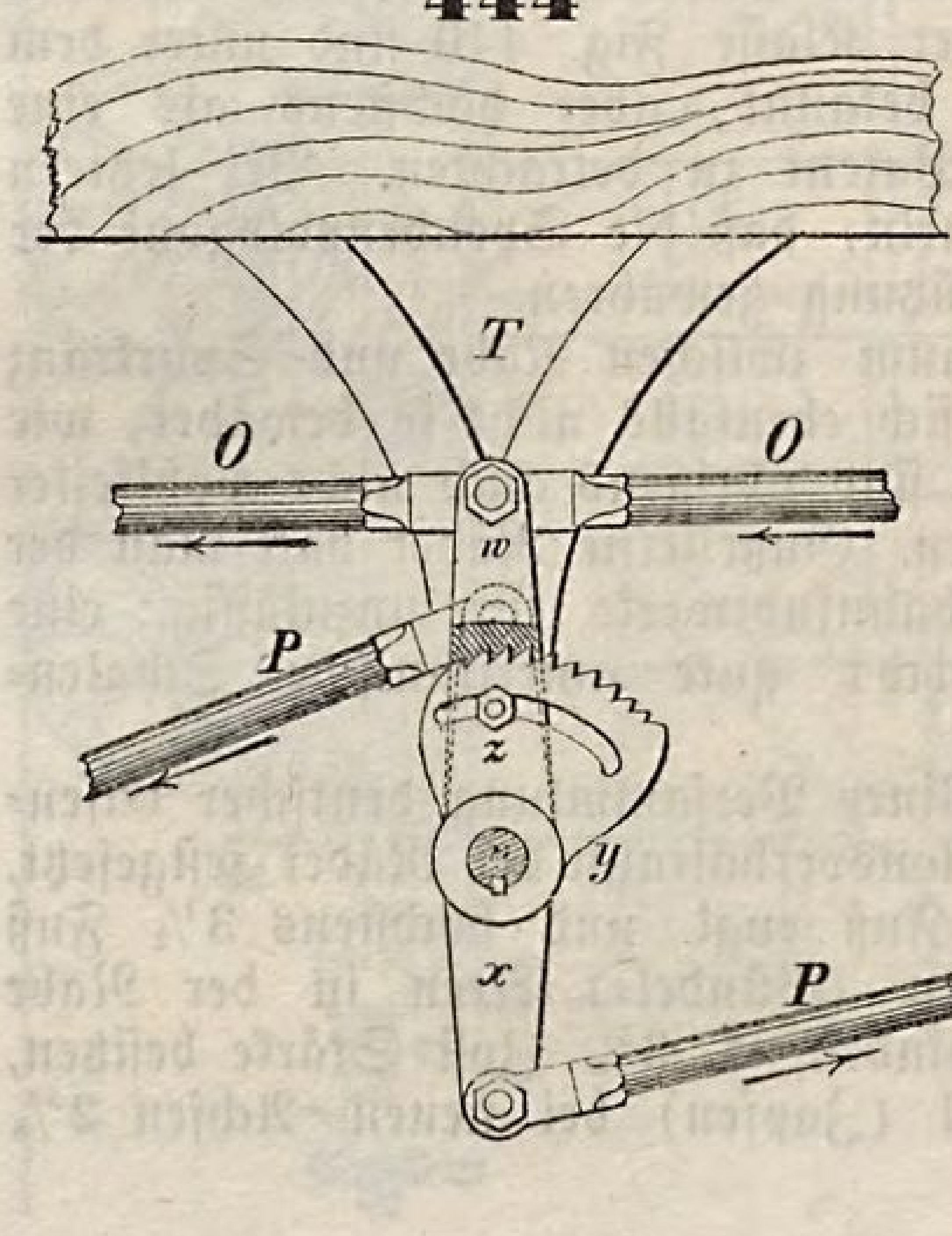
bei einem	4rädrigen	Wagen	80	Zollzentner
„ „	6	„ „	120	„
„ „	8	„ „	160	„

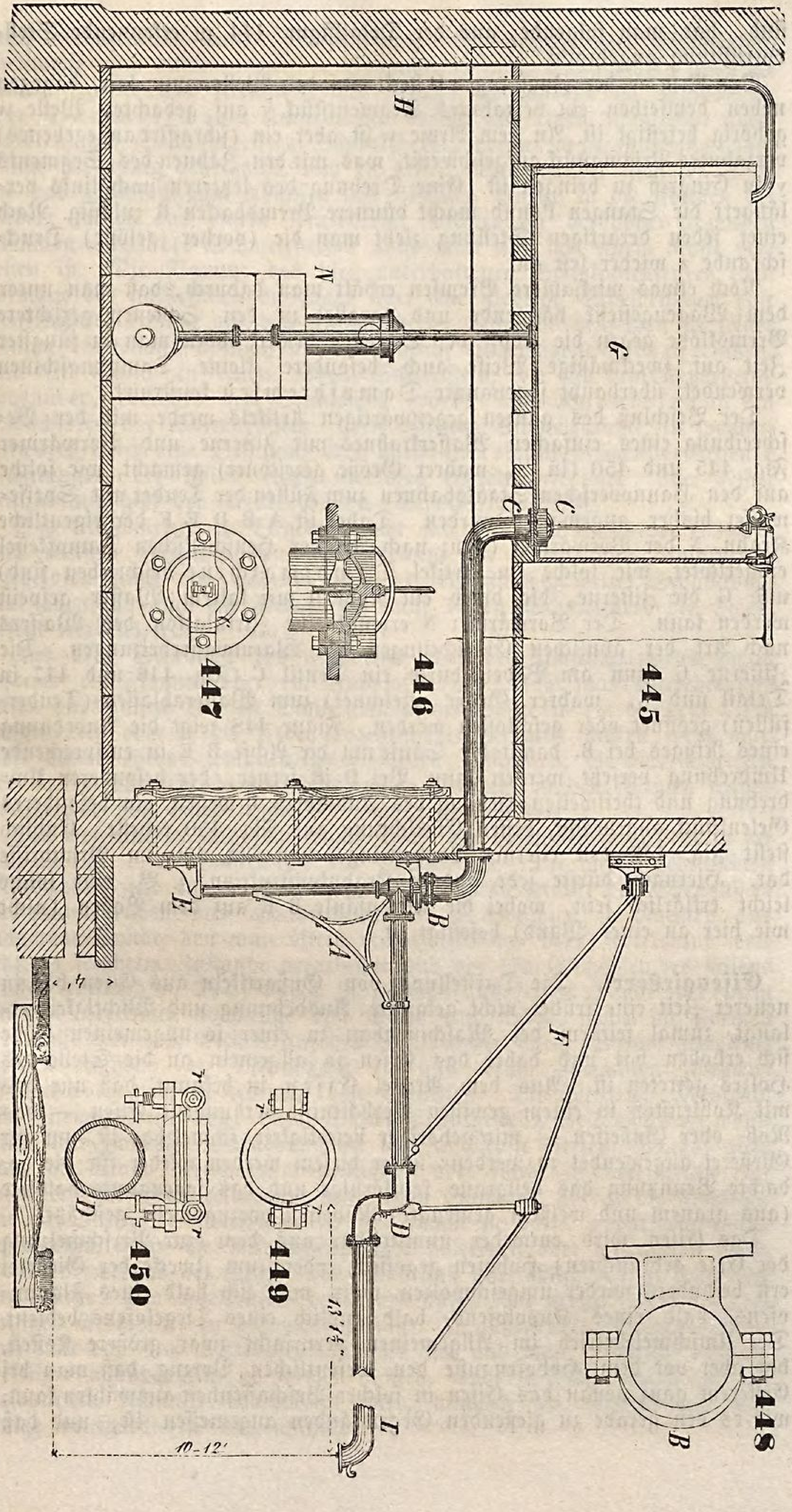
Das Gewicht der leeren Wagen ist dabei folgendes: der Personenwagen der kombinirten 1. und 2. Klasse Fig. 439 wiegt 183 Zentner, der der 3. Klasse Fig. 440 hat ein Gewicht von 170 Zentner und endlich hat der achträdrige (amerikanische) Güterwagen Figur 441 ein Gewicht von 164 bis 190 Zentner, wenn er nur Holztäfelung enthält, und 186 bis 225 Zentner, wenn er Blechtäfelung besitzt, in beiden Fällen doppelten Stahlfeder-Stoßapparat inbegriffen. Vierrädrige Güterwagen wiegen 58 bis 84 Zentner, je nachdem sie offen oder geschlossen, mit Holz- oder Blechtäfelung versehen sind.

Bei den großen 8rädrigen amerikanischen Güterwagen beachte man noch die besondere Einrichtung, die ihre Länge von 32 Fuß erfordert, daß nämlich je vier Räder in einem Rahmenwerke M M vereinigt sind und das Ganze um einen Bolzen N auf einem Schemel P drehbar gemacht ist (ähnlich wie bei der bereits beschriebenen Norris Lokomotive). Laufrollen Q sichern die Stabilität der Bewegung, so wie die zu einem Sprengwerke S in der Mitte vereinigten Stangen einem nachhaltigen Durchbiegen der Langschwellen des Wagens vorbeugen. Zu bemerken ist wohl kaum nöthig, daß die rechte Seite von Fig. 441 die Konstruktion im Innern des Wagenkastens erkennen läßt.

Der Personenwagen Fig. 440 ist mit Kondukteur- oder Bremserbock H versehen, wobei die Einrichtung und Wirkung folgende ist: Durch ein Handrad J kann der Bremser das konische Räderpaar K, und sonach die Welle L in Umdrehung versetzen, ohne daß dabei letztere zu einer fortschreitenden Bewegung veranlaßt wird. An dem unteren Ende von L ist eine Schraube M eingeschnitten, deren Mutter t im linken Arme des Winkelhebels N befindlich ist. Mit N sind Zugstangen O verbunden, die andererseits an Armen w, Fig. 444 befestigt sind, welche an Wellen v sitzen, die von Hängelagern T am Untergestelle des Wagens getragen werden. Auf derselben Welle v (nur in anderen Ebenen als w) sind noch kürzere Arme x angebracht, welche die Druckstangen P aufnehmen, durch welche die fortgepflanzte Kraft des Bremsers auf die hölzernen Bremsklötze R übertragen wird. Um jedes Rad gleichzeitig von zwei Seiten bremsen zu können, sind immer zwei Bremsbacken R von zwei aufeinander folgenden Rädern durch Zugstangen Q verbunden. Um die Schraube M noch wirksam und brauchbar machen zu können, wenn die Holzbacken R sehr ausgeschliffen, dünn geworden

444




445
446
447
448
449
450
H
N
G
C
E
B
A
F
D
L
10–12′
13′1½″

sind, hat man folgende, aus der Detailfigur 444 zu erkennende Stellvorrichtung angebracht.

Der Arm w der Zugstangen O steckt auf der Welle v nur lose, dagegen neben demselben ein verzahntes Segmentstück y auf gedachter Welle w gehörig befestigt ist. An dem Arme w ist aber ein (schraffirt angegebenes) verzahntes Prismastück aufgeschweißt, was mit den Zähnen des Segments y in Eingriff zu bringen ist. Eine Drehung des letzteren nach links verlängert die Stangen P und macht dünnere Bremsbacken R zulässig. Nach einer jeden derartigen Stellung zieht man die (vorher gelöste) Druckschraube z wieder fest an.

Noch etwas wirksamere Bremsen erhält man dadurch, daß man unter dem Wagengestelle hängende und parallel zu den Schienen gerichtete Bremsklötze gegen die Köpfe der Schienen drückt, wozu man in jüngster Zeit auf zweckmäßige Weise auch besondere kleine Dampfmaschinen verwendet, überhaupt sogenannte Dampfbremsen konstruirt.

Der Beschluß des ganzen gegenwärtigen Artikels werde mit der Beschreibung eines einfachen Wasserkrahnes mit Zisterne und Vorwärmer Fig. 445 und 450 (in 1/60 wahrer Größe gezeichnet) gemacht, wie solche auf den Hannoverschen Staatsbahnen zum Füllen der Tender mit Speisewasser bisher angewandt wurden. Dabei ist A B D E F der eigentliche Krahn, N der Vorwärmer (ganz nach Art der Henschel'schen Dampfkessel eingerichtet, wie solche im Artikel Dampfmaschine beschrieben sind) und G die Zisterne, die durch ein Rohr H mit kaltem Wasser gespeist werden kann. Der Vorwärmer N erzeugt eine Zirkulation des Wassers nach Art der ähnlichen Einrichtungen bei Warmwasserheizungen. Die Zisterne G kann am Boden durch ein Ventil C (Fig. 446 und 447 in Detail und 1/16 wahrer Größe gezeichnet) zum Wasserablassen (Tenderfüllen) geöffnet oder geschlossen werden. Figur 448 zeigt die Anordnung eines Ringes bei B, damit die Säule um die Achse B E in entsprechende Umdrehung versetzt werden kann. Bei D ist ferner, der besonderen Umdrehung und theilweisen Hebung des Ausladers L wegen, ein besonderes Gelenkstück angebracht, dessen Einrichtung aus Fig. 450 erhellt. Endlich stellt Fig. 449 den eisernen Lappenring r von Fig. 450 im Grundrisse dar. Hiernach dürfte jede andere Krahnkonstruktion, z. B. eine solche leicht erklärlich sein, wobei die Krahnsäule B E auf dem Boden (nicht wie hier an einer Wand) befestigt ist.

Eisengießerei. Die Darstellung von Gußartikeln aus Eisen hat in neuerer Zeit eine früher nicht gekannte Ausdehnung und Wichtigkeit erlangt, zumal seitdem der Maschinenbau zu einer so ungemeinen Höhe sich erhoben hat und dabei das Eisen so allgemein an die Stelle des Holzes getreten ist. Aus dem Artikel Eisen ist bekannt, daß nur das mit Kohlenstoff in einem gewissen Verhältnisse verbundene Eisen — das Roh- oder Gußeisen — mit gehöriger Leichtigkeit schmelzbar ist, um zur Gießerei angewendet zu werden; unter diesem werden wieder für die gedachte Benutzung das hellgraue feinkörnige und das sogenannte halbirte (aus grauem und weißem gemengte) Roheisen vorzugsweise geschätzt.

Das Eisen wird entweder unmittelbar aus dem (zur Verschmelzung der Erze gebrauchten) Hohofen gegossen, oder zum Zwecke der Gießerei erst besonders wieder umgeschmolzen, wozu man sich bald eines Flammofens, bald eines Kupolofens, bald endlich eines Tiegelofens bedient. Der Umschmelzbetrieb im Allgemeinen verursacht zwar größere Kosten, hat aber vor dem Hohofengusse den wesentlichen Vorzug, daß man bei Ersterem ganz genau das Eisen in solcher Beschaffenheit auswählen kann, wie es den gerade zu gießenden Gegenständen angemessen ist, und daß

man nöthigenfalls durch Zusammenmischung verschiedener Eisensorten, theilweise auch durch modifizirte Behandlung beim Umschmelzen selbst die Natur (Härte und Festigkeit) des Eisens abzuändern im Stande ist. Der Flammofen zum Umschmelzen besteht aus einem länglichen überwölbten, mit Sand bedeckten Schmelzherde, welcher in der Richtung seiner Länge ein wenig geneigt ist, und an dessen tieferliegender schmaler Seite sich das Stichloch zum Ablassen des flüssigen Eisens in die Formen befindet; ferner aus einem Feuerherde, welcher an der höher liegenden schmalen Seite des Schmelzherdes angebracht und mit einem Roste versehen ist. Die Flamme des hier unterhaltenen Steinkohlenfeuers zieht vermöge des natürlichen Luftzuges über eine niedrige Scheidemauer (die Feuerbrücke) hinweg auf den Schmelzherd; bestreicht denselben in seiner ganzen Längenausdehnung, um das darauf eingetragene Eisen zu erhitzen, und tritt endlich in einen hohen Schornstein, der sich dem Feuerherde gegenüber, oberhalb des Stichloches erhebt. Der Kupolofen ist ein Schachtofen mit thurmartigem, oben offenem Schmelzraume, in welchen seitwärts durch eine Oeffnung oder durch zwei einander gegenüberliegende Oeffnungen, der Wind eines Gebläses eingetrieben wird; über dessen Einrichtung gibt der Artikel Eisen (S. 608) Auskunft.

Das Umschmelzen in Tiegeln eignet sich nur zum Gusse der kleinsten und feinsten Gegenstände; der alsdann zur Anwendung kommende Tiegelofen kann ein niedriger und verhältnißmäßig weiter Schachtofen oder allenfalls auch ein Flammofen (auf dessen Schmelzherd die Tiegel gesetzt werden) sein.

Aus dem Stichloche des Hohofens oder des Umschmelzofens (mag letzterer ein Flamm- oder ein Kupolofen sein), läßt man entweder das Eisen direkt durch eine in Sand geschlagene Rinne in die vor dem Ofen aufgestellten oder in die Erde eingegrabenen Formen laufen; oder man füllt damit eiserne lehmbestrichene Kellen, Pfannen, die von Arbeitern (bei bedeutender Größe mit Hülfe eines Krahns) zu den Formen transportirt und dort durch Umneigen ausgegossen werden.

Der wesentlichste und schwierigste Theil der Eisengießerei besteht in der Formerei, d. h. Herstellung der Gußformen. Die hierzu gebrauchten Materialien sind von vierfacher Art, und danach zerfällt der Eisenguß in die nachstehenden vier Hauptzweige: a) Sandguß in Formen aus magerem Sande, den man öfters mit Holzkohlen- oder Kokesstaub versetzt, in feuchtem Zustande verarbeitet und vor dem Eingießen des Eisens nicht trocknet; b) Masseguß in Formen aus fettem Sande oder einem künstlich bereiteten Gemenge von Sand und Lehm, wobei die Formen jedenfalls vor dem Gießen auf das sorgfältigste durch Wärme getrocknet werden müssen; c) Lehmguß in aus Lehm gemachten Formen; d) Schalenguß in Formen von Gußeisen. Die übergroße Mehrzahl der Eisengußartikel wird durch Sandguß dargestellt, weil dieses die wohlfeilste und schnellste Verfahrungsart ist. In Masse (fettem Sande) gießt man die feinen verzierten Gegenstände oder solche Stücke, welche eine besondere Weichheit erfordern; denn beim Sandguß schreckt die Feuchtigkeit die Oberfläche des Eisens ab und macht sie hart. Lehmformen sind erforderlich, wenn die Anfertigung eines hölzernen oder metallenen Gußmodelles (welches bei Sand- und Masseguß unerläßlich ist) zu kostspielig sein würde, also namentlich bei Darstellung sehr großer, nur in einem einzigen Exemplare zu gießender Gefäße. In gußeisernen Formen (Schalen) fällt der Guß außerordentlich hart aus und man gebraucht deßhalb dieselben ausschließlich in solchen Fällen, wo diese große Härte als ein wesentlicher Umstand beabsichtigt wird, nämlich für Streckwalzen und einige wenige andere Gegenstände.

Ueber die Anfertigung der Gußformen wolle man das in dem allgemeinen Artikel Gießerei Vorkommende nachsehen, da die Formerei — mit Ausnahme etwa geringfügiger Nebenumstände — für das Gießen der verschiedenen Metalle ganz dieselbe ist.

Eisenvitriol. (Grüner Vitriol.) Ist krystallisirtes schwefelsaures Eisenoxydul und besteht in 100 Theilen

aus Eisenoxydul	27,20
„ Schwefelsäure	31,02
„ Wasser	41,78
	100,00

Er kann zwar durch Auflösen von Eisen in verdünnter Schwefelsäure bis zur Sättigung derselben, Abdampfen bis zum Salzhäutchen und Krystallisiren dargestellt werden, doch gibt es ungleich wohlfeilere Methoden, nach denen daher auch der im Handel vorkommende Eisenvitriol gewonnen wird. Man nimmt dazu am besten den in den Steinkohlenflötzen vorkommenden Strahlkies (Wasserkies oder Vitriolkies), bildet daraus große Haufen auf den sogenannten Laugebühnen, d. h. flachen, ein wenig gegen den Horizont geneigten, mit einer festgestampften Thon- oder Steinlage bedeckten Plätzen, und überläßt ihn hier der Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffes, wodurch eine allmälige Oxydation seiner Bestandtheile, Schwefel und Eisen, zu schwefelsaurem Eisenoxydul erfolgt. Ist dieser Prozeß hinreichend weit vorgeschritten, was man theils an einer starken, gelblich weißen Efflorescenz, theils an dem Zerfallen der Kiesstücke erkennt, so laugt man mit Wasser aus, bringt die Lauge auf einige Zeit mit metallischem Eisen (altem Blech, Nägeln u. dgl.) in Berührung, um das jederzeit mit vorhandene schwefelsaure Eisenoxyd zum Oxydulsalz zu reduziren, dampft ein und läßt krystallisiren. In Ermangelung von Wasserkies kann auch Schwefelkies zur Vitriolbereitung dienen, der jedoch einer Vorbereitung durch Rösten bedarf, wodurch die Hälfte seines Schwefels ausgetrieben wird, die andere Hälfte aber mit dem Eisen als Einfach-Schwefeleisen zurückbleibt, welches sich zum Theil schon während der Röstung, zum Theil beim nachherigen Liegen an der Luft zu Eisenvitriol oxydirt. Ganz auf dieselbe Art wird auch aus dem Alaunschiefer, der eine beträchtliche Menge Schwefelkies enthält, neben Alaun auch Eisenvitriol gewonnen, die sich durch Krystallisation leicht von einander trennen lassen.

Früher pflegte man die Vitriollauge geradezu in bleiernen Pfannen abzudampfen; gegenwärtig aber bewirkt man in England eine vorläufige Konzentration dadurch, daß man die Lauge in lange, aus Stein und Wassermörtel konstruirte, mit Mauersteinen überwölbte Kanäle gibt, die auf einer Unterlage von festgestampftem Thon angefertigt werden, zugleich altes Eisen aus dem schon berührten Grunde einlegt, und nun heiße Luft aus einem, an der einen Seite des Kanals befindlichen Flammofen hindurchstreichen, und durch einen an der entgegengesetzten Seite aufgeführten Schornstein entweichen läßt. Die Luft sättigt sich hierbei durch Berührung mit der Oberfläche der warmen Lauge mit Wasserdämpfen, und bewirkt so eine langsame Abdampfung. Ist diese bis zu einem gewissen Grade vorgeschritten, so läßt man die Lauge in die bleiernen Abdampfpfannen ab, dampft sie bis fast zum Salzhäutchen ein, und läßt sie in steinernen Behältern krystallisiren.

Der Eisenvitriol erscheint in meergrünen, durchsichtigen, rhombischen Prismen; er ist geruchlos, hat einen herben zusammenziehenden, tinteartigen Geschmack und verwittert in warmer, trockener Luft. Er erfordert zur Lösung 1,64 Th. Wasser von 10°, dagegen 0,30 bei 100°.

Der Eisenvitriol wird in sehr großen Quantitäten, besonders in der Färberei, Kattundruckerei und Hutmacherei zur Erzeugung von Schwarz gebraucht, dann zur Tintebereitung, zur Fabrikation von Berlinerblau, zum Reduziren des Indigs in der Blaufärberei, zur Vitriolölbrennerei und noch mannichfaltigen anderen technischen und medizinischen Zwecken.

Ektypographie, s. Aetzen. S. 79, 81.

Eläïn, s. Oleïn.

Elektrischer Telegraph. Die Erfindung des elektrischen Telegraphen gehört unstreitig zu den größten Eroberungen im Gebiete der Physik, die das an Erweiterungen der Naturwissenschaften so reiche 19. Jahrhundert gemacht hat; und ungeachtet ihr Alter sich auf kaum mehr denn 20 Jahre erstreckt, überspannt sie schon große Theile von Europa und Amerika mit ihren Drahtnetzen und schreckt selbst vor dem Gedanken nicht zurück, den Amerikaner und Europäer so schnell und leicht sich besprechen zu lassen, als wären sie in Einem Zimmer.

Nachdem schon früher von mehreren Physikern versucht war, die Elektrisirmaschine zu benutzen, um durch lange Drahtleitungen Zeichen zu geben, Versuche, welche stets mißlangen, wurde zuerst von Sömmering im Jahre 1808 der Galvanismus zu diesem Zwecke empfohlen, indem er vorschlug, die durch den galvanischen Strom bewirkte Wasserzersetzung zum Zeichengeben zu benutzen. Ampére kam 1820 auf die Idee, den galvanischen Strom zu benutzen, um Elektromagnete in Thätigkeit zu setzen, führte sie aber nicht aus. Ritchie und Fechner gaben auf dieselbe Idee sich gründende Einrichtungen an, wobei aber die erforderliche große Zahl der Leitungsdrähte (35 bis 48) der Ausführung im Großen entgegenstand. Baron Schilling von Cannstadt in Petersburg erfand eine Art Nadeltelegraph, wobei nur zwei Leitungsdrähte nöthig waren, vermochte aber nicht, die Schwierigkeiten der Ausführung im Großen zu überwinden.

Erst im Jahre 1833 kam durch Gauß und Weber in Göttingen ein Nadeltelegraph zu Stande, welcher mittelst einer doppelten Drahtleitung das physikalische Kabinet mit dem außerhalb der Stadt belegenen Observatorium in Verbindung brachte, und sich zum Zeichengeben als vollkommen praktisch erwies. Der elektrische Strom wurde nicht durch einen galvanischen Apparat, sondern durch Induktion (s. weiter unten) erzeugt.

Steinheil in München, von den letztgenannten Gelehrten zu weiteren Versuchen aufgemuntert und vom Könige von Baiern beauftragt, einen ähnlichen Telegraphen zwischen München und Bogenhausen anzulegen, führte die Aufgabe mit vollkommenem Erfolge aus. Auch er benutzte einen Induktionsstrom, welcher zwei Elektromagnete in Thätigkeit setzte und sie veranlaßte, auf einem vorübergezogenen Papierstreifen schwarze Punkte zu machen, durch deren Anordnung die Buchstaben ausgedrückt wurden. Steinheil machte hierbei die wichtige Entdeckung, daß die Erde statt der einen Drahtleitung benutzt werden kann.

Nachdem solchergestalt der erste Anstoß gegeben war, wanderte die deutsche Erfindung nach England, um dort, besonders durch Wheatstone vervollkommnet sich nach dem Kontinent und nach Amerika weiter zu verbreiten.

Wir werden uns nun bemühen, die wichtigsten der jetzt üblichen Einrichtungen in gedrängter Kürze zu beschreiben, dagegen aber, bei der Beschränktheit des Raumes, ältere, nicht mehr gebräuchliche Konstruktionen

theils nur in der Kürze andeuten, theils übergehen. Zur besseren Uebersicht theilen wir den Aufsatz in 3 Abtheilungen, und zwar:

A. Erregung des elektrischen Stromes,
B. Einrichtung der Telegraphen,
C. Die Leitungen.

A. Erregung des elektrischen Stromes.

Die Erscheinungen der Elektrizität werden für jetzt in Ermangelung einer besseren Erklärungsweise aus dem Vorhandensein zweier feinen, unkörperlichen, unwägbaren Fluida erklärt, deren eines man positive (+ E) das andere negative Elektrizität (— E) nennt, welche mit einer gewissen Kraft sich zu vereinigen streben, daher auch gewöhnlich im vereinigten Zustande sich befinden, in welchem Zustande sie für unsere Sinne unwahrnehmbar sind. Sie können aber durch verschiedene Einwirkungen, theils durch Reibung gewisser Körper an einander (Reibungselektrizität), theils durch bloße Berührung der Körper (Berührungselektrizität, Galvanismus), theils durch Einwirkung der magnetischen Kraft (Magnetelektrizität), theils durch andere äußere Einflüsse von einander getrennt werden, und bringen in diesem getrennten Zustande die eigenthümlichen elektrischen Erscheinungen hervor, von welchen wir hier nur diejenigen betrachten wollen, die für die Zwecke der Telegraphie wichtig sind.

Wenn die Trennung bewirkt werden soll, so müssen natürlich die Elektrizitäten in Bewegung gesetzt, oder um uns dieses Ausdrucks zu bedienen, die eine muß rechts, die andere links fortgetrieben werden. Diese trennende, bewegende oder Triebkraft (elektromotorische Kraft), welche die Fortbewegung der Elektrizitäten in entgegengesetzter Richtung, den elektrischen Strom bewirkt, ist bei den verschiedenen Erregungsmitteln sehr verschieden. Bei der Reibung, also der Elektrisirmaschine, tritt sie in sehr hohem Grade auf, wogegen sie bei der galvanischen Erregung sehr gering ist, bei der Magnetelektrizität aber zwischen den erstgenannten etwa die Mitte hält. Am deutlichsten zeigt sich der verschiedene Grad der Triebkraft in dem größeren oder geringeren Vermögen des durch dieselbe erzeugten Stromes, Hindernisse der Bewegung zu überwinden, dergleichen vornehmlich aus der Beschaffenheit der Körper entspringen, in welchen sich der elektrische Strom fortbewegt. Einige Körper, besonders die Metalle, Kupfer und Silber obenan, auch Kohle veranlassen dem Strom nur geringe Hemmung, sind gute Leiter; andere, als Glas, Harze, Gutta-Percha, Seide, Elfenbein, scharf getrocknetes Holz, auch Luft werden Nichtleiter genannt, weil sie die Bewegung des Stromes ganz unterbrechen; andere endlich, Wasser, Säuren, Salzauflösungen, feuchte Körper, welche den Strom zwar nicht gänzlich hemmen, aber doch seine Fortbewegung bedeutend erschweren, werden Halbleiter genannt. Während der durch die Elektrisirmaschine erregte Strom auch die längste Schicht eines Halbleiters mit der größten Leichtigkeit durchläuft, bietet eine solche dem nur wenig Spannung besitzenden galvanischen Strom ein fast unüberwindliches Hinderniß dar. Die Kraft, mit welcher der elektrische Strom durch Leiter und Halbleiter sich seinen Weg bahnt, nennt man gewöhnlich seine Spannung oder Intensität, sie hängt lediglich ab von der elektromotorischen Kraft der Batterie.

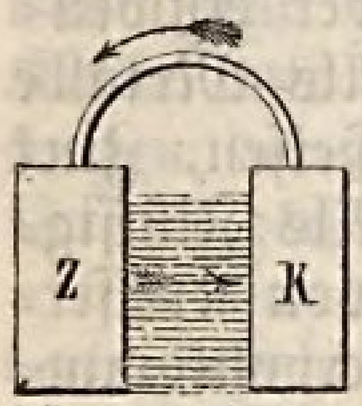
Die Unbrauchbarkeit der Reibungselektrizität zum Telegraphiren erklärt sich nun leicht, denn ihre Spannung ist so groß, daß schon die geringste Feuchtigkeit der Träger der Drahtleitung hinreicht, sie in den feuchten Erdboden abzuleiten. Aehnlich, obwohl nicht so schlimm, verhält es sich mit dem magnetelektrischen oder sogenannten Induktionsstrom, weß-

halb ein solcher recht wohl bei geringeren, nicht aber bei großen Entfernungen brauchbar ist.

Wenn ein Leiter der E dergestalt mit Nichtleitern umgeben ist, daß der elektrische Strom nicht abgeleitet werden kann, so nennt man ihn isolirt.

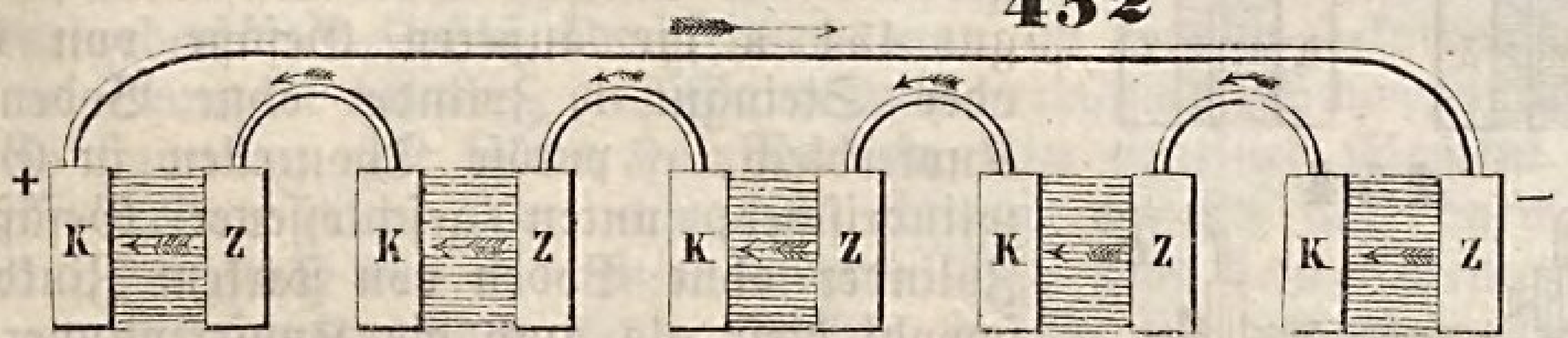
Da sich die Telegraphie aus den angegebenen Gründen vorzugsweise des galvanischen Stromes bedient, so können wir uns auf die Beschreibung der galvanischen Batterie beschränken. Die Bedingung, unter welcher ein galvanischer Strom entsteht, ist die, daß zwei verschiedene Metalle, gewöhnlich Zink und Kupfer, in metallische Berührung gebracht werden, und daß sich außerdem eine leitende Flüssigkeit, z. B. verdünnte Schwefelsäure zwischen ihnen befindet, wie dieß die nebenstehende Figur 451 veranschaulicht. Die Trennung der Elektrizitäten findet hier in der Art Statt, daß die positive Elektrizität vom Kupfer zum Zink, also in der Richtung des Pfeiles durch den metallischen Bügel, die negative in der entgegengesetzten Richtung, vom Zink zum Kupfer geht. Es würde sich nun in dem Zink die positive, im Kupfer die negative ansammeln, wenn nicht durch die Flüssigkeit wieder ein Zusammenströmen einträte, sich also die positive vom Zink zum Kupfer und die negative entgegengesetzt bewegte. Auf diese Art entsteht also ein fortdauernder Strom.

451



Von Volta wurde die wichtige Entdeckung gemacht, daß durch Verbindung mehrerer Plattenpaare ein Strom hervorgebracht werden kann, der ungleich größere Spannung besitzt, als der eines einzelnen Plattenpaares. Die Verbindung muß zu dem Ende so gemacht werden, daß die leitende Flüssigkeit sich zwischen den verschiedenartigen Metallen der verschiedenen Plattenpaare befindet, wie aus Fig. 452 erhellt. Auch

452



hier strömt die positive E überall durch die metallischen Bügel oder Drähte vom Kupfer zum Zink, auch sieht man leicht, daß die beiden Endplatten, da sie ebenfalls durch einen metallischen Draht in Verbindung sind, als ein Plattenpaar betrachtet werden müssen; denn daß der letztere Verbindungsdraht länger ist, als die übrigen, ändert nichts in der Sache und wäre er hunderte von Meilen lang. Eine solche Zusammenstellung mehrerer Plattenpaare nennt man eine galvanische Batterie. Mögen nun Metalle und Flüssigkeiten genommen werden, welche man wolle, mag man auch den Platten jede beliebige Form geben, so muß doch die Aufeinanderfolge immer die hier angegebene bleiben. Würde man irgend einen der Drähte durchschneiden, so würde der Strom unterbrochen, er würde aber bei Wiederherstellung der Verbindung augenblicklich wieder in Gang kommen.

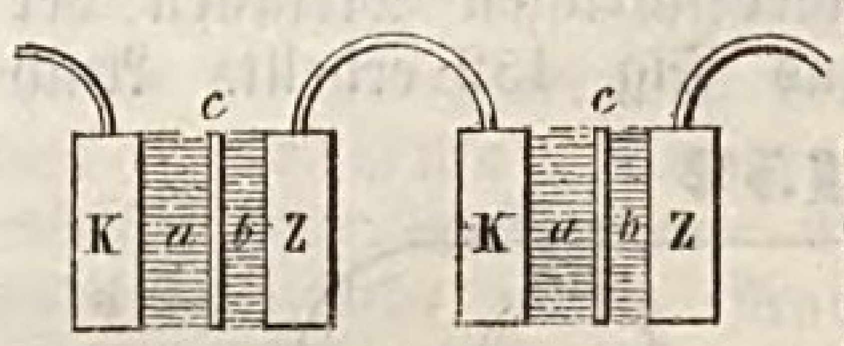
Die Enden einer Batterie werden die Pole genannt, obgleich streng genommen bei einer geschlossenen Batterie, deren Endplatten, wie in der Figur, in leitender Verbindung sind, gar kein Ende existirt. Bei einer geöffneten Batterie liegen die Pole zunächst der Unterbrechung, und zwar nennt man den einen positiv, den andern negativ. Man erkennt ihre Lage am besten durch Betrachtung irgend eines der mittleren Plattenpaare; nach jener Seite zu, wo sich die Zinkplatten befinden, also in der Figur an der linken Seite, liegt der positive oder Zinkpol, unge-

achtet hier eine Kupferplatte das Ende bildet. Die Kraft, mit welcher der Strom zirkulirt, also die Spannung, nimmt zu mit der Anzahl der Plattenpaare.

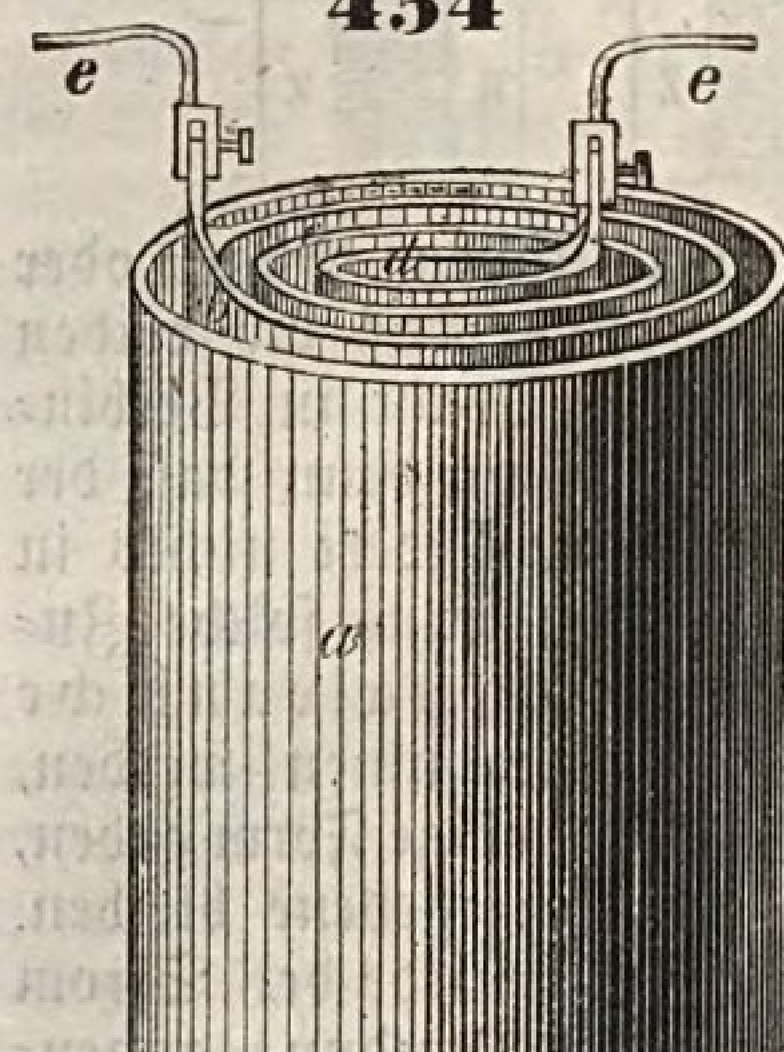
Der durch die Flüssigkeit gehende Strom bewirkt in ihr jederzeit eine chemische Zersetzung und zugleich eine Auflösung des Zinkes, woher es kommt, daß die Wirkung der Batterie allmälig abnimmt. Diese Abnahme ist anfänglich rasch, später wenn erst die Schwächung weiter vorgeschritten ist, langsamer, so daß eine schwache Wirkung sich lange erhält. Alle Bemühungen, elektrische Batterien von unveränderlicher Wirksamkeit herzustellen, waren bisher vergeblich, nichts desto weniger werden die weniger veränderlichen mit dem Namen konstante Batterien belegt.

Es kann hier nicht der Ort sein, die mancherlei verschiedenen Einrichtungen der Batterien vollständig anzugeben. Die Unterschiede liegen theils in den Metallen, theils in der Flüssigkeit, theils in der Anwendung von einer oder von zwei verschiedenen Flüssigkeiten. Als Metalle werden Zink und Kupfer, Zink und Platin, Zink und Gußeisen, Zink und Kohle (diese statt des negativen Metalls) angewandt. Als Flüssigkeit werden benutzt: Schwefelsäure, Salpetersäure, Auflösung von Kupfervitriol, seltener Auflösungen anderer Salze. Eine wichtige Vervollkommnung liegt in der Anwendung zweier verschiedener Flüssigkeiten, die unter einander in Berührung sind, ohne sich jedoch zu mischen, und deren eine das Zink, die andere das Kupfer oder sonstige Metall berührt. Als Scheidewand zwischen ihnen wendet man allgemein gebrannten, jedoch porösen Porzellanthon an. In Fig. 453 sind c, c diese porösen Thonschichten, a und b die zwei verschiedenen Flüssigkeiten.

453



454



Die bei elektrischen Telegraphen am meisten gebräuchliche Batterie ist die Daniell'sche, Figur 454. a die äußeren Gefäße von Glas oder Steingut, b Zylinder ohne Boden von Kupferblech, c poröse Thonzellen in Gestalt zylindrischer, unten geschlossener Gefäße, d Zylinder ohne Boden von starkem Zinkblech; sowohl diese als auch die Kupferzylinder sind mit aufstehenden Ansätzen versehen; der Raum zwischen dem äußeren Becher und der Thonzelle, in welchem sich das Kupfer befindet, wird mit einer Auflösung von Kupfervitriol, die Thonzelle dagegen, in welcher das Zink steht, mit sehr verdünnter Schwefelsäure (etwa 1 Gewichtstheil Schwefelsäure auf 15 Theile Wasser) gefüllt. Die Verbindung mehrerer solcher Apparate, Elemente, zu einer Batterie wird am bequemsten durch kurze Kupferdrähte e, e bewerkstelligt, die an jedem Ende mit einer kleinen Klemmschraube versehen sind. Die Kupferplatte des einen Elementes wird allemal mit der Zinkplatte des nächsten verbunden. Mag nun auch eine solche Batterie auf den ersten Blick sich von der vorhin gegebenen Darstellung unterscheiden, so liegt doch der ganze Unterschied in dem völlig gleichgültigen Umstande, daß die Metallplatten zylindrisch gebogen sind; die Aufeinanderfolge und Berührungsart ist genau dieselbe. Fangen wir von der linken Seite an, so haben wir zuerst eine Kupferplatte, darin die eine Flüssigkeit, nämlich Kupfervitriollösung, sodann die poröse Thonwand, in dieser die zweite Flüssigkeit, verdünnte Schwefelsäure, und

in dieser endlich die Zinkplatte. Dieselbe bildet mit der Kupferplatte des nächsten Elementes ein Plattenpaar u. s. f. Da sich durch den elektrischen Strom die Kupferlösung allmälig zersetzt, indem sich metallisches Kupfer daraus abscheidet und auch die Schwefelsäure sich mit Zink sättigt, so ist es nöthig, die Flüssigkeiten täglich neu anzufrischen, worin allerdings eine Unbequemlichkeit liegt; übrigens sind diese Batterien wenig kostbar, leicht zu handhaben und von kräftiger Wirkung. Die Auflösung des Zinkes kann bedeutend vermindert werden, wenn man die Zinkplatten amalgamirt, d. h. mit Quecksilber überzieht, was freilich der Weitläufigkeit und Kosten wegen selten geschieht.

Weit kräftiger als die Daniell'sche Batterie sind die von Grove aus Zink und Platin, die von Bunsen aus Zink und hartgebrannter Kohle, die von Callan aus Zink und Gußeisen bestehend, bei welchen allen das Zink mit verdünnter Schwefelsäure, das andere Metall oder die Kohle mit konzentrirter Salpetersäure in Berührung stehen. Sie sind wegen der Kostbarkeit der Salpetersäure, die sich durch den elektrischen Strom zersetzt, für die Telegraphie nicht anwendbar.

Die bei den österreichischen Telegraphen eingeführte Smee'sche Batterie besteht aus Platten von Zink und von Silber, letztere mit Platinmohr überzogen. Eine solche Platte ist zwischen zwei Zinkplatten angebracht und der Zwischenraum ohne poröse Thonzelle mit starkverdünnter Schwefelsäure gefüllt. Setzt man täglich eine sehr kleine Menge frischer Schwefelsäure zu, so kann man eine solche Batterie sehr lange, wohl ½ Jahr in Thätigkeit halten.

Von fast gleicher Wirkung, dabei viel wohlfeiler, ist die Bunsen'sche Batterie mit der Abänderung, daß die porösen Thonzellen ganz wegbleiben und nur eine Flüssigkeit, stark verdünnte Schwefelsäure, gebraucht wird. Man denke sich in Fig 454 statt des Kupferzylinders einen Zylinder von hartgebrannter Kohle, dergleichen man im Handel bekommen kann und die Thonzelle hinweg, das Ganze mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt, so hat man eine solche Kombination. Ein einzelnes Element dieser Art gibt freilich einen sehr schwachen Strom; da sich aber durch Vermehrung der Zahl der Elemente ersetzen läßt, was dem einzelnen Element an elektromotorischer Kraft abgeht, so läßt sich mit einer Batterie dieser Art, die ebenfalls nur einen täglichen Zusatz einiger Tropfen Schwefelsäure in jedes Element erfordert, ein hinlänglich kräftiger Strom auf lange Zeit unterhalten.

Eisenlohr hat nach langen Versuchen als besonders konstant eine Batterie von Kupferblech, amalgamirtem Zink und porösen Thonzellen empfohlen, wobei das Zink mit einer Auflösung von Weinstein in Wasser, das Kupfer mit sehr verdünnter Schwefelsäure in Berührung ist. Sie soll selbst bei monatlangem Gebrauch keiner Nachfüllung bedürfen und bei unveränderter Kraft bleiben.

In England benutzt man meistens die Sandbatterie, bestehend aus Zink- und Kupferplatten und als flüssigem Leiter Sand mit verdünnter Schwefelsäure befeuchtet. Die Wirkung ist, wenn von Zeit zu Zeit etwas Schwefelsäure auf den Sand gegeben wird, ziemlich dauerhaft, der Strom aber außerordentlich schwach, so daß die Zahl der freilich sehr einfachen Elemente sehr groß genommen werden muß.

Trotz aller Bemühungen, die Einrichtung der Batterien zu vervollkommnen, ist diese Aufgabe bis jetzt noch nicht genügend gelöst, und schon mehrfach hat man sich bemüht, durch Rückkehr zu der Gauß-Weberschen Anwendung des Induktionsstromes sich der ewigen Plage mit der Instandhaltung der Batterien zu überheben.

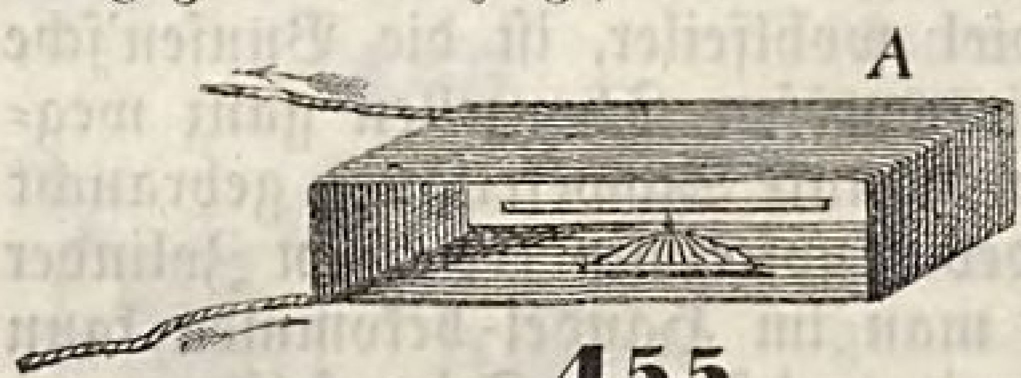
Nachdem besonders von Stöhrer in Leipzig solche Einrichtungen erfunden

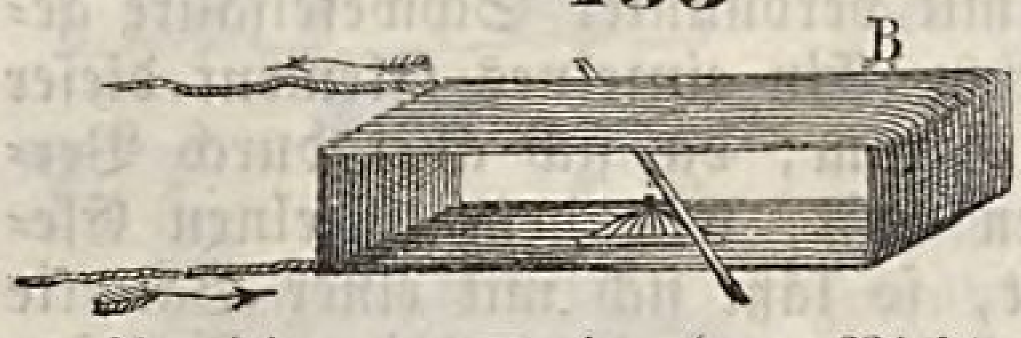
und mit Erfolg ausgeführt und bei den baierischen Telegraphen zur Anwendung gebracht worden, ist man gegenwärtig in Berlin mit der Ausführung einer kolossalen Rotationsmaschine beschäftigt, welche, durch eine Dampfmaschine in Bewegung gesetzt, für eine große Anzahl elektrischer Telegraphen den Induktionsstrom liefern soll.

B. Einrichtung der Telegraphen.

Alle wirklich zur Ausführung und in Gebrauch gekommenen elektrischen Telegraphen beruhen auf dem Elektromagnetismus, d. h. der Erscheinung, daß der elektrische Strom im Stande ist, magnetische Wirkungen hervorzubringen, die sich theils in Anziehung und Abstoßung der Pole der Magnetnadel, theils in dem Vermögen äußern, weiches Eisen magnetisch zu machen, so daß es anziehend auf anderes Eisen einwirkt und eine Bewegung veranlaßt, deren man sich nun zum Zeichengeben bedient. Indem wir also mittelst einer geeigneten Drahtleitung den elektrischen Strom nach einem weit entfernten Orte zu leiten im Stande sind, ist uns die Möglichkeit gegeben, an diesem Orte entweder eine Magnetnadel in Bewegung zu setzen, oder in einem Stück Eisen Magnetismus zu erregen und mittelst desselben sichtbare Bewegungen hervorzurufen, die zur Bezeichnung von Buchstaben oder Wörtern dienen.

Wenn eine um ihren Mittelpunkt drehbare Magnetnadel, z. B. ein Kompaß, welcher sich in der Lage von Nord nach Süd befindet, mit einer oder mehreren Windungen eines Metalldrahtes umgeben wird, wie A Figur 455 zeigt, und man leitet durch dieselben den Strom einer galvanischen Batterie, so erleidet die Nadel augenblicklich eine kräftige ablenkende Einwirkung und stellt sich je nach der Stärke des Stromes mehr oder weniger rechtwinklig gegen die Windungen des Drahtes, wie B veranschaulicht; dabei hängt die Ablenkung, ob östlich oder westlich, ab von der Richtung, in welcher der elektrische Strom seinen Weg durch den Draht nimmt; liefe z. B. die + E in der Richtung des Pfeiles und der Nordpol der Nadel wiche östlich ab, so würde die Umkehrung des Stromes auch sofort der Nadel die entgegengesetzte, also eine westliche Abweichung ertheilen. Da nun nichts leichter ist, als vermittelst einer kleinen mechanischen Vorrichtung, Kommutator, die Richtung des Stromes umzukehren, so ist hierdurch das Mittel gegeben, die Nadel beliebig links oder rechts ausschlagen zu machen. Diese Idee nun liegt dem Nadeltelegraphen zu Grunde. Damit aber der Strom genöthigt werde, den Windungen des Drahtes zu folgen und nicht auf kürzerem Wege quer durch die Spirale gehe, muß jede metallische Berührung zwischen den Drahtwindungen vermieden werden, in welcher Absicht man den Draht am besten mit Seide bespinnen läßt.



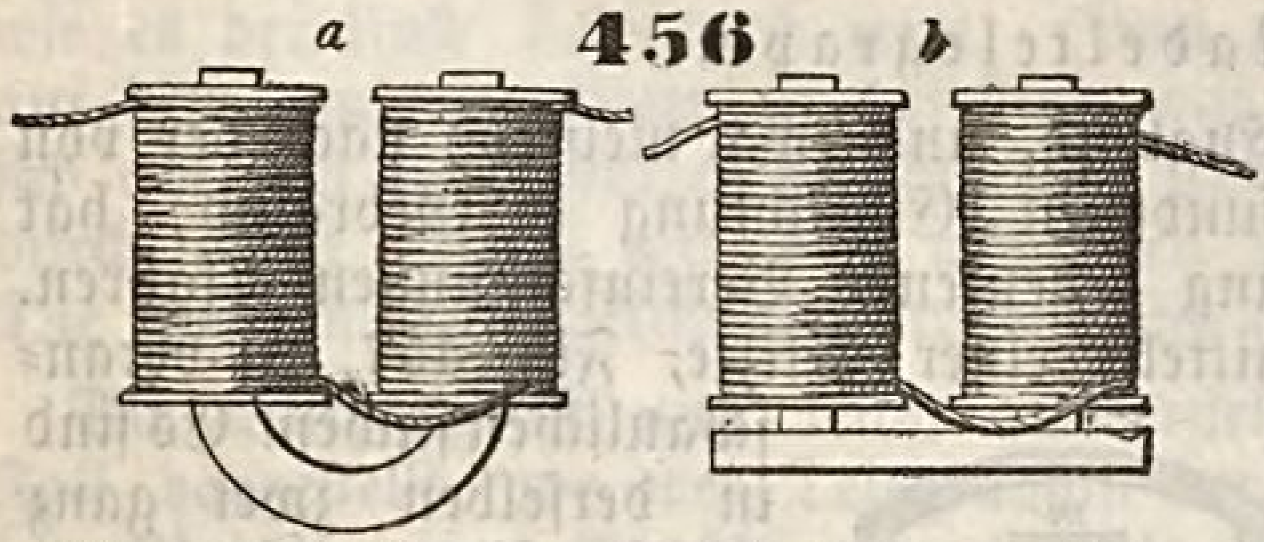


455

Um vermittelst des elektrischen Stromes in einem Eisenstabe Magnetismus zu erregen, muß der Strom nicht durch das Eisen gehen, sondern um dasselbe herum einen Kreislauf beschreiben, zu welchem Ende man den Eisenstab mit dem ebenfalls vollständig isolirten Leitungsdraht spiralförmig umwindet. Ein auf diese Art durch den elektrischen Strom magnetisirtes Eisen nennt man einen Elektromagnet; ein solcher behält seine Kraft nur so lange, wie der Strom anhält, und in demselben Augenblick, wo der letztere unterbrochen wird, verschwindet auch die magnetische Kraft.

Die am meisten gebräuchliche Form der Elektromagnete ist die Hufeisenform, wobei entweder ein und derselbe zylindrische Eisenstab in der Mitte umgebogen wird, wie Fig. 456 a, oder zwei gerade Stäbe von einem viereckigen Verbindungsstück ausgehen, wie Fig. 456 b.

a 456 b



Letztere Einrichtung verdient in allen Fällen, wo der Elektromagnet in aufrechter Stellung befestigt werden muß, den Vorzug. Die Spirale von mit Seide besponnenem Kupferdraht wird am besten, wie die Figur zeigt, auf Spulen von dünn gedrehtem Holz gewunden, welche man auf die Schenkel des Hufeisens steckt.

Die Wahl des Drahtes muß sich nach der Beschaffenheit des elektrischen Stromes richten. Besitzt er nur geringe Spannung, wie dieß bei Anwendung einer geringen Zahl von (wenn auch noch so großen) Elementen der Fall ist, so verdient ein dicker Draht den Vorzug, von welchem dann freilich nur wenige Windungen auf dem Eisen Platz finden; hat dagegen der Strom bedeutende Spannung, während die Menge der zirkulirenden Elektrizitäten nur klein ist, so bildet man die Spirale besser aus einem sehr langen dünnen Draht. Bei elektrischen Telegraphen liegt offenbar der letztere Fall vor, da ja der Strom, um den bedeutenden Widerstand einer viele Meilen langen Drahtleitung zu überwinden, bedeutender Spannung bedarf, wogegen bei der ungemeinen Empfindlichkeit der meisten jetzt gebräuchlichen telegraphischen Vorrichtungen ein sehr geringer Grad von Magnetisirung, also auch ein Strom von geringer Quantität hinreicht. Ein Draht von etwa $\frac{1}{6}$ Linie Durchmesser, also von der Dicke eines starken Zwirnfadens, die Bespinnung nicht mitgerechnet, ist nicht zu dünn.

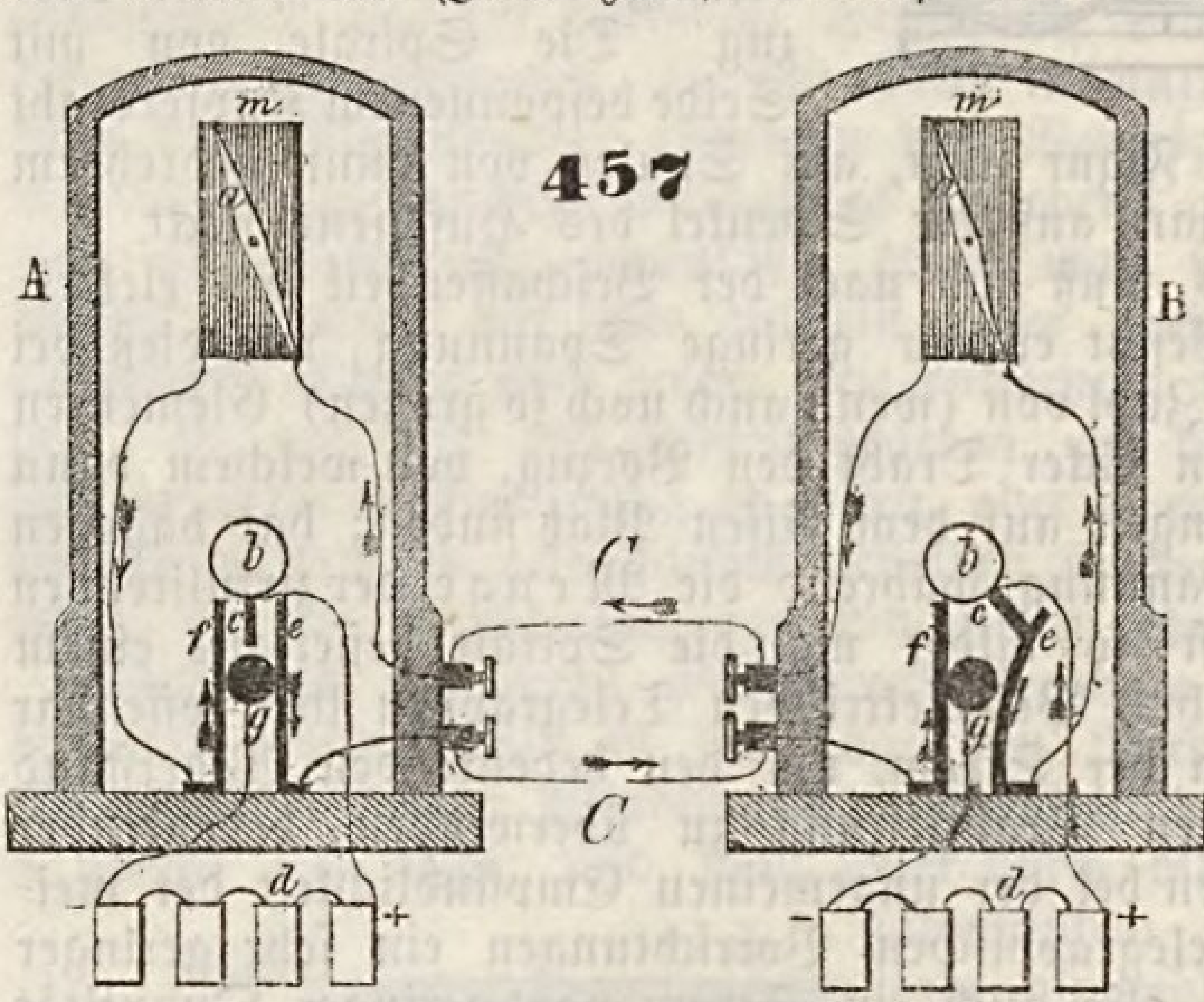
Die Zahl der bisher erfundenen, älteren und neueren Einrichtungen ist sehr groß; glücklicherweise hat sich auch hier das Beste bald Bahn gebrochen, und es gehören daher die meisten früheren, zum Theil sehr komplizirten, oft mit außerordentlichem Scharfsinn erdachten Telegraphen nur noch der Geschichte an, während, vielleicht mit untergeordneten Ausnahmen, nur zwei Systeme, der Nadeltelegraph und der Morse'sche Drucktelegraph sich behauptet haben, auf deren ausführliche Beschreibung wir uns beschränken werden, andere Systeme nur kurz berührend.

Die Erfindung telegraphischer Apparate bietet eine eigenthümliche Annehmlichkeit und Erleichterung dar; sie liegt in der vollkommenen Sicherheit und Unfehlbarkeit, mit welcher der galvanische Strom den ihm angewiesenen Weg verfolgt. Kein Sklave kommt ihm an Gehorsam, an Zahmheit gleich. Man gebe den zur Leitung des Stromes dienenden metallischen Drähten oder sonstigen Verbindungsstücken jede beliebige Gestalt, alle erdenklichen Krümmungen und Umwege, nie wird der Str m den Weg verlassen, vorausgesetzt nur, daß alle Nebenschließungen, d. h. Berührungen fremder Leiter, vermieden sind. Während die kleinste Unterbrechung im Leitungsdraht, und betrüge sie nur die Breite eines Menschenhaares, hinreicht, den Strom vollständig zu unterbrechen, ist dagegen die kleinste metallische Berührung genügend, ihn momentan wieder in Gang zu bringen. Man findet bei Besichtigung elektrischer Telegraphen oft ein verwickeltes Gewirre von tausendfältig sich kreuzenden Drähten, die allerdings die Auffassung so erschweren, daß kein menschlicher Verstand hinreichen würde, sogleich den Zweck und Zusammenhang zu erkennen; und dennoch würde ein Jeder bei einigem Nachdenken leicht ähnliche

Zusammensetzungen erfinden können. Beispiele solcher auf den ersten Blick höchst verwickelt erscheinender Leitungen werden weiter unten, z. B. bei dem Ausschalter vorkommen.

1. Der Nadeltelegraph.

Derselbe ist vorzugsweise in England, und zwar meistens nach der von Wheatstone und Cooke erfundenen Einrichtung in Gebrauch, hat jedoch gegen die ältere Einrichtung bedeutende Vereinfachungen erfahren. Wir wollen die Idee zuerst mittelst einer Skizze, Fig. 457, zu veranschaulichen suchen. Es sind in derselben zwei ganz gleiche Telegraphen dargestellt, welche man sich an zwei entfernten Stationen A und B zu denken hat, und womit sowohl von A nach B, als auch von B nach A telegraphirt werden kann; die zwischen ihnen ausgespannten Leitungsdrähte C C müssen daher so lang gedacht werden, daß sie von der einen Station bis zur anderen reichen.



457

Jeder der beiden Telegraphen ist mit einer Batterie d versehen. Der Telegraph enthält zwei Haupttheile, den Multiplikator m, nämlich die Drahtspirale, nebst den Magnetnadeln a, welche die Zeichen geben, und den Schlüssel, durch dessen Drehung zur Rechten oder Linken der Telegraphist die Drahtverbindungen, also auch die Richtung des Stromes beliebig umkehrt, um die Nadeln ebenfalls rechts oder links ausschlagen zu machen. Streng genommen würde es hinreichen, wenn der Telegraphist in A durch Drehung seines Schlüssels nur die Nadel in B und jener in B nur die Nadel in A in Bewegung setzte; es ist aber aus mehreren Gründen besser, wenn auch seine eigene Nadel dieselben Bewegungen mitmacht, weßhalb bei der Einrichtung dieser Umstand berücksichtigt werden mußte. Die Spirale des Multiplikators, aus einem 400 bis 500 Fuß langen, dünnen, mit Seide besponnenen Kupferdrahte bestehend, ist auf einem Rahmen von dünnem Messingblech aufgewunden, welcher, eine Erfindung von Gauß und von ihm Dämpfer genannt, den wichtigen Zweck erfüllt, die Nadel, welche sonst erst nach längeren Schwingungen allmälig zum Stillstand kommen würde, in Folge eines entgegen wirkenden elektrischen Stromes rasch zur Ruhe zu bringen. In der Mitte dieses Dämpfers also ist die in der Figur nicht sichtbare Magnetnadel auf einer horizontalen Achse, welche außerhalb der Spirale eine zweite Nadel a trägt. Beide Nadeln sind parallel, aber so befestigt, daß sie die entgegengesetzten Pole einander zukehren, wodurch eines Theils die Wirkung des Erdmagnetismus aufgehoben, anderentheils die ablenkende Wirkung des elektrischen Stromes erhöht wird. Die äußere Nadel a bildet zugleich den Zeiger.

Der Schlüssel besteht in einer horizontalen drehbaren Welle b von Holz, an deren vorderem Ende ein in der Zeichnung nicht sichtbarer Handgriff sich befindet, den der Telegraphist in der Hand hält und nach Erforderniß rechts oder links dreht. An dieser Welle ist ein messingener Arm c, welcher durch einen Draht mit dem positiven Pole der Batterie

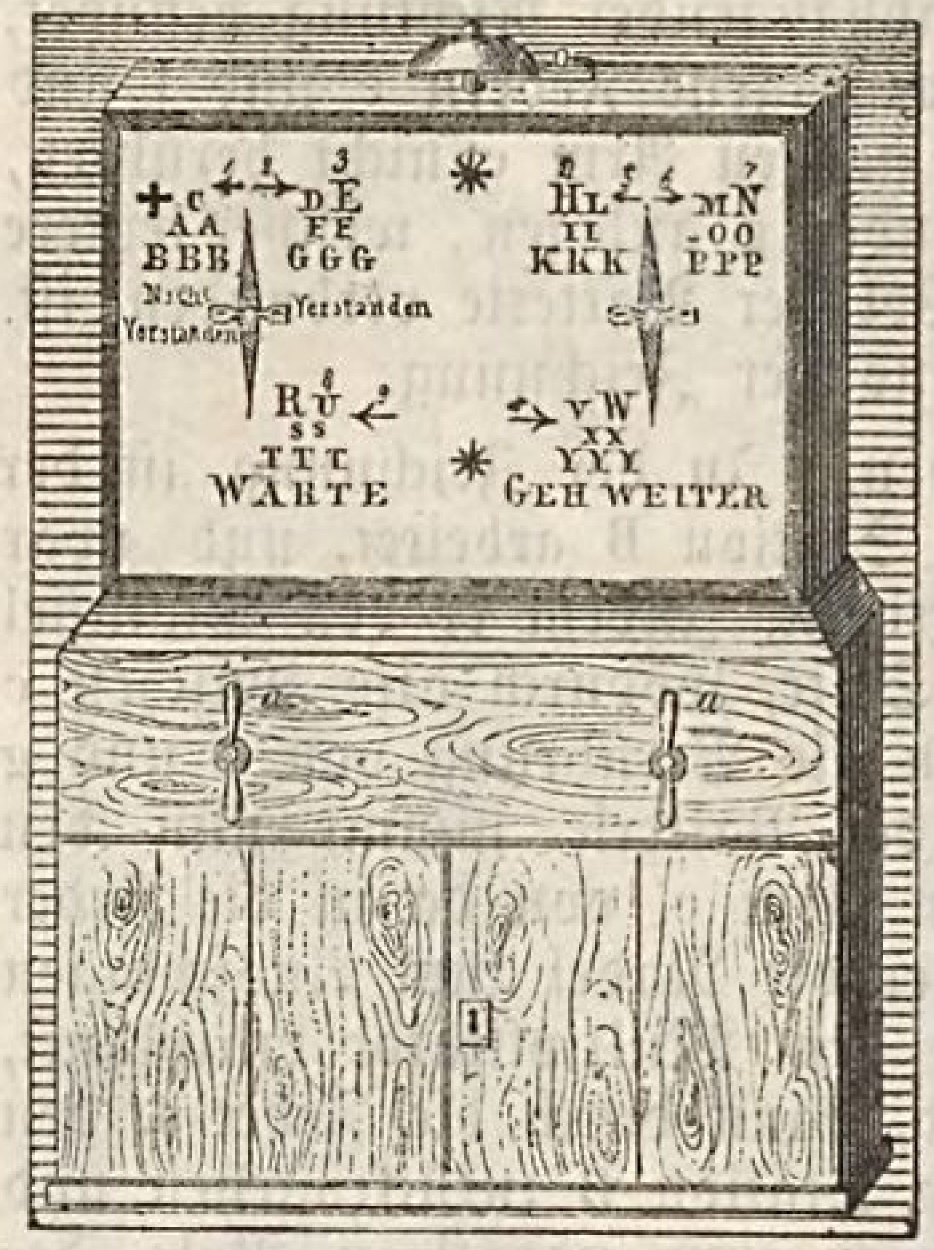
d in Verbindung steht. Eine, in der Figur weggelassene Feder hält die Welle, wenn sie nicht durch den Telegraphisten gedreht wird, in solcher Lage, daß der Arm c sich in vertikal herabhängender Richtung befindet, wie es der linke Telegraph zeigt. Zwei messingene Federn e und f sind auf dem unteren Brett so befestigt, daß sie den Arm c nicht berühren, sich aber an einen kurzen messingenen Zylinder g anlegen, welcher letztere durch einen Draht mit dem negativen Pol der Batterie verbunden ist. Die übrigen Drahtleitungen ergeben sich aus der Zeichnung.

Die Wirkung ist nun leicht zu verstehen. In der Zeichnung ist der Fall dargestellt, wo der Telegraphist der Station B arbeitet, und zwar den Nadeln einen Ausschlag nach links ertheilt. Indem er den Schlüssel dreht, drückt der Arm c die Feder e zur Seite, wodurch also zwischen c und e eine Berührung hergestellt, dagegen die Berührung von e und g aufgehoben wird. Der positive Strom der Batterie nimmt nun den durch Pfeile angedeuteten Weg nach dem Arm c, von da in die Feder e, von hier nach dem Multiplikator, wo er die Nadel zum Ausschlagen bringt, dann weiter zur Station A, wo er den Multiplikator durchläuft, die Nadel ebenfalls zum Abweichen bringt, dann durch die Feder f, den Zylinder g und die Feder e geht, um zur Station B zurückzugehen und hier durch die Feder f und den Zylinder g zum negativen Pole der Batterie zu gelangen. Es ist leicht ersichtlich, daß, wenn der Schlüssel in B nach der entgegengesetzten Seite gedreht wird und daher die Feder f abhebt, der Strom die entgegengesetzte Richtung nimmt, und folglich die Nadeln rechts ausschlagen macht. Die Batterie in A bleibt hierbei ganz außer Thätigkeit, weil ja der von dem positiven Pole ausgehende Strom bei c eine Unterbrechung findet. Soll von A nach B telegraphirt werden, so muß sich der Schlüssel in B in der Ruhelage befinden. Natürlich können nicht beide Telegraphen gleichzeitig sprechen, weil, wenn beide Schlüssel sich an die entgegengesetzten Federn legen, die Multiplikatoren zwei entgegengesetzte oder vielmehr gar keinen Strom empfangen. Hierin gerade liegt eine wesentliche Erleichterung beim Telegraphiren, indem es nun jedem Telegraphisten möglich ist, die Rede des anderen wann er will zu unterbrechen, ihm gleichsam Halt! zuzurufen, was sehr häufig vorkommt. Er dreht seinen Schlüssel zu dem Ende beliebig nach einer Seite, z. B. rechts; hierdurch ist es dem anderen Telegraphisten unmöglich, die Nadeln links ausschlagen zu machen, was er natürlich sogleich bemerkt.

Der hier beschriebene Telegraph mit einer Nadel hat zwar den Vortheil, daß wenn die Erde als Leiter mit benutzt wird, ein einziger Draht zwischen beiden Stationen hinreicht, allein die Sprache wird unbehülflich, denn um alle 24 Buchstaben und vielleicht noch andere Zeichen zu geben, würde man einer großen Menge von Nadelschlägen bedürfen. Man bedient sich daher auf den meisten Telegraphenlinien in England der Doppelnadeltelegraphen, deren Einrichtung mit der hier beschriebenen vollkommen übereinstimmt, nur daß jeder Telegraph doppelt ist, also sowohl zwei Nadeln als auch zwei Schlüssel besitzt; doch kann die Zahl der Drähte auf drei, oder bei Mitbenutzung der Erde auf 2 reduzirt werden, indem die eine, z. B. die Erdleitung, für beide Telegraphen gemeinschaftlich dient.

Fig. 458 zeigt eine Vorderansicht eines Doppelnadeltelegraphen, wobei neben den Nadeln das Alphabet und sonstige Zeichen angegeben sind; bei a a erblickt man die Handgriffe der Schlüssel, der untere Schrank kann zur Aufnahme der Batterie dienen.

458



Alphabet.

A	linke Nadel	zwei Mal links
B	„ „	drei „ „
C	„ „	erst links dann rechts.
D	„ „	erst rechts dann links.
E	„ „	ein Mal rechts.
F	„ „	zwei Mal rechts.
G	„ „	drei „ „
H	rechte „	ein Mal links.
I	„ „	zwei „ „
K	„ „	drei „ „
L	„ „	erst links dann rechts.
M	„ „	erst rechts dann links.
N	„ „	ein Mal rechts.
O	„ „	zwei „ „
P	„ „	drei „ „
R	beide Nadeln	unten ein Mal links.
S	„ „	„ zwei „ „
T	„ „	„ drei „ „
U	„ „	„ links-rechts.
V	„ „	„ rechts-links.
W	„ „	„ ein Mal rechts.
X	„ „	„ zwei „ „
Y	„ „	„ drei „ „

† (am Ende jedes Wortes) linke Nadel ein Mal links.
„Warte" beide Nadeln unten vier Mal links.
„Geh weiter" beide Nadeln unten vier Mal rechts.

Ziffern werden durch dieselben Bewegungen gemacht, nachdem vorher ein Zeichen, z. B. linke Nadel vier Mal links, gegeben ist. Soll umgekehrt von Ziffern zu Buchstaben zurückgegangen werden, so wird dieß durch ein anderes beliebiges Zeichen angedeutet.

Nach jedem Worte gibt der Empfänger durch ein Mal rechts der linken Nadel das Zeichen „verstanden" oder im entgegengesetzten Fall „nicht verstanden" durch ein Mal links der linken Nadel, worauf dann das Wort noch ein Mal gegeben werden muß. Eine sehr bedeutende Abkürzung wird erzielt, wenn der Empfänger nicht jedes Wort zu Ende buchstabiren läßt, sondern sobald er aus den Anfangsbuchstaben das Wort erräth, sein verstanden gibt, worauf denn sogleich zum folgenden Worte geschritten wird.

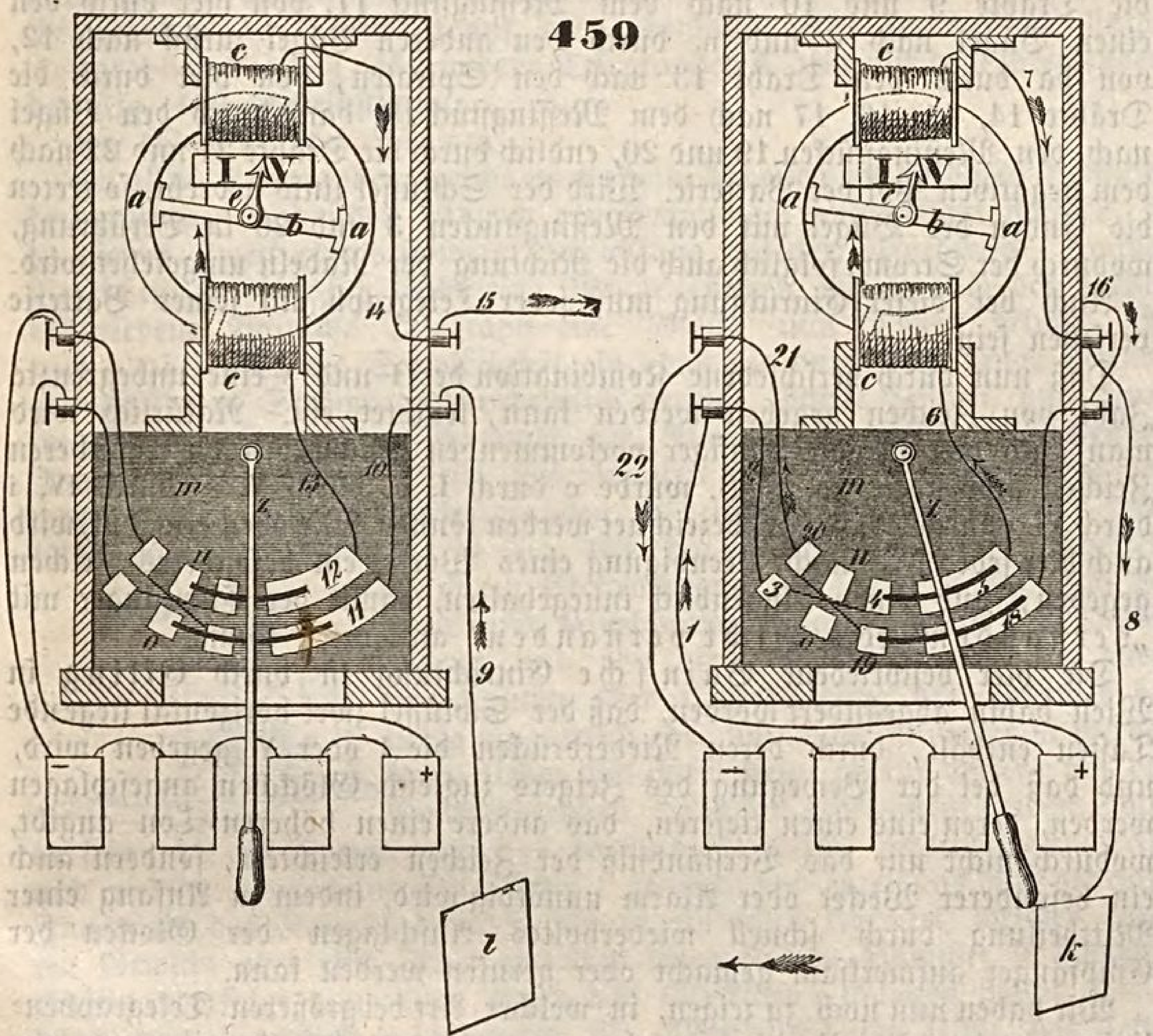
Das Telegraphiren geht bei gehöriger Uebung sehr schnell, so daß in der Minute 60 bis 70 Buchstaben, ja selbst noch mehr gegeben werden können.

Der Nadeltelegraph bietet die außerordentliche Annehmlichkeit dar, daß der Empfänger jedes Wort, ja jeden Buchstaben sofort erkennt, daß daher die Mittheilungen ganz den Charakter der Sprache tragen, nur daß das Auge die Stelle des Ohres vertritt. Es können sich mit dem Nadeltelegraphen zwei weit entfernte Personen fast eben so gut unterhalten, ja selbst durch Heftigkeit oder Langsamkeit der Bewegungen die verschiedenen Affekte so getreu ausrücken, als ständen sie einander nahe gegenüber.

Eine andere, auf den ersten Blick vielleicht sehr verwickelt erscheinende, in Wirklichkeit aber höchst einfache Einrichtung des Nadeltelegraphen ist die von Bain erfundene, welche nicht nur auf mehreren englischen, sondern auch auf einigen österreichischen Telegraphenlinien in Anwendung ist.

Man sehe Fig. 459. Anstatt einer geraden Magnetnadel, die sich innerhalb des Multiplikators mit den Drahtwindungen parallel befindet, sind hier zwei halbkreisförmige Magnete a a auf einer Achse so befestigt, daß sie mit den gleichnamigen Polen nahe zusammen, jedoch nicht in Berührung einen Kreis oder Ring bilden, der durch eine querdurchgehende Messingstange b zusammengehalten wird. Zwei Spiralen von feinem, mit Seide besponnenem Kupferdraht, c c, umgeben die Enden der Magnete und treiben sie, mithin auch die Zeiger e e, rechts oder links, je nachdem der elektrische Strom in der einen oder anderen Richtung seinen Weg durch die Spiralen nimmt. Dicht hinter dem Zeiger, welchen man sich weiter vorn, also dießseits der Vorderwand des Telegraphen zu denken hat, während die übrigen in der Figur abgebildeten Theile dahinter liegen, befinden sich die Zeichen I und V.

459



Der Schlüssel oder Kommutator nimmt den unteren Raum des Apparates ein, und ist an einem Brett m befestigt; es sind hier in zwei parallelen Bögen je vier Stücke Messing eingelegt (in der Figur weiß gelassen), so daß ihre Vorderseite nicht vorspringt, sondern mit dem Bret eine glatte Fläche bildet. Von diesen, im Uebrigen ganz isolirten Messingn stücken sind n und o durch einen hinter dem Brett liegenden Draht im leitender Verbindung, ferner ist das Stück 3 mit 4, ebenso 19 mit 20 in Verbindung gebracht. Der eigentliche Schlüssel besteht in einei Hebel z, der unten einen Handriff besitzt und durch eine in der Figut nicht sichtbare Feder in vertikaler Lage gehalten wird. An diesem Hebel sind, gehörig isolirt, zwei messingene Bügel, in der Figur durch starke Linien angedeutet, befestigt, welche nur mit den Enden die Vorderfläche des Brettes oder der Messingstücke berühren, und durch welche die letz-

ren bei der Links- oder Rechtsbewegung des Schlüssels in die geeignete Verbindung gesetzt werden. Während also die rechten Hälften dieser Bügel stets mit den langen Messingstücken 18 und 5, 12 und 11 in Berührung bleiben, gelangen die linken Enden successive mit 4, n, 20, und 19, o, 3 in Berührung.

Gesetzt nun, es würde, wie in der Zeichnung vorgestellt ist, mit dem Schlüssel zur Rechten gearbeitet, während sich der andere in der Ruhelage befindet, so nimmt der elektrische Strom die leicht zu verfolgende und durch Pfeile angedeutete Richtung: vom + Pol der Batterie durch die Drähte 1 und 2 nach dem Messingstück 3, von hier nach dem Stücke 4, von da mittelst des Bügels nach 5, sodann durch den Draht 6 nach den Spiralen c c, von hier weiter durch die Drähte 7 und 8 nach der Platte k, darauf durch die feuchte Erde nach der Platte l, dann durch die Drähte 9 und 10 nach dem Messingstück 11, von hier durch den einen Bügel nach o und n, durch den anderen Bügel zurück nach 12, von da durch den Draht 13 nach den Spiralen, von hier durch die Drähte 14, 15, 16, 17 nach dem Messingstück 18, dann durch den Bügel nach den Messingstücken 19 und 20, endlich durch die Drähte 21 und 22 nach dem negativen Pol der Batterie. Wird der Schlüssel links gedreht, so treten die Enden der Bügel mit den Messingstücken 3 und 20 in Berührung, wodurch der Strom, folglich auch die Richtung der Nadeln umgekehrt wird.

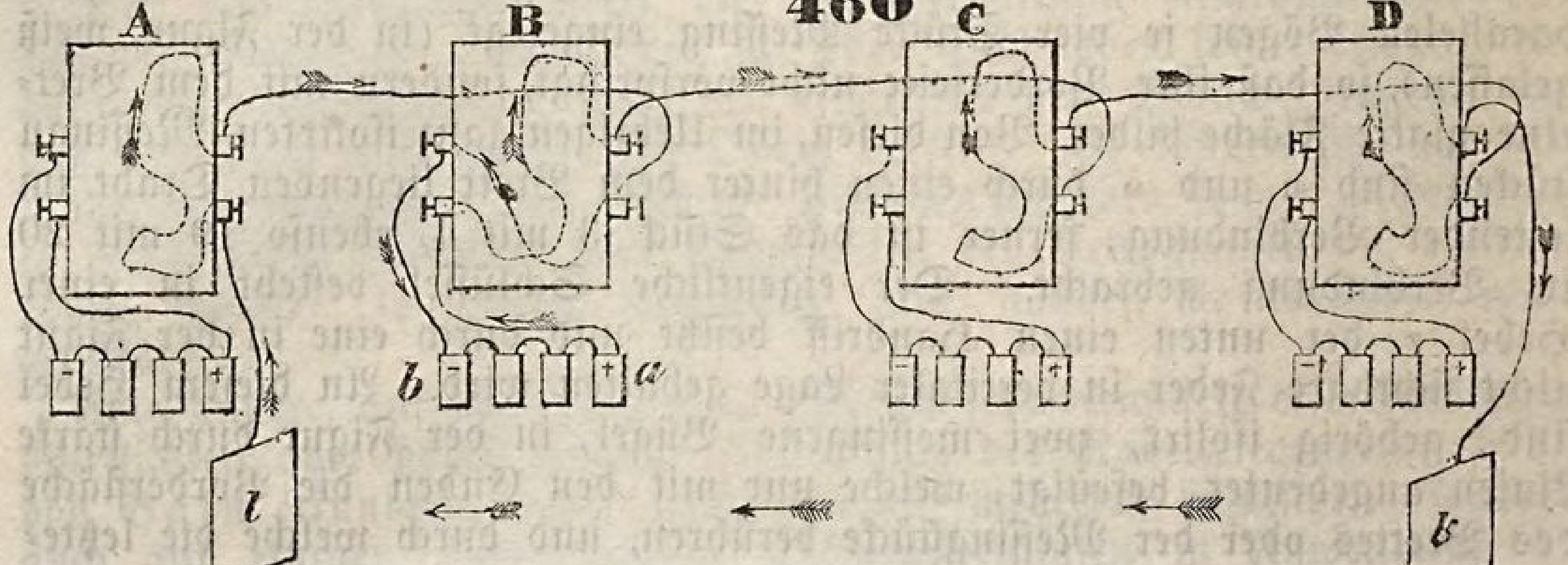
Auch bei dieser Einrichtung muß jeder Telegraph mit seiner Batterie versehen sein.

Daß nun durch verschiedene Kombination der I und V eine unbegrenzte Zahl von Zeichen gegeben werden kann, leuchtet ein. Natürlich wird man auch hier für die häufiger vorkommenden Buchstaben die einfacheren Zeichen anwenden, so z. B. würde e durch I, n durch V, a durch IV, i durch VI, r durch IVI, u. s. w. bezeichnet werden können. Wie oben erwähnt, wird auch hier jedes Mal nach Beendigung eines Wortes ein besonderes Zeichen gegeben, und einen Augenblick innegehalten, damit der Empfänger mit „verstanden" oder „nicht verstanden" antworten könne.

Die hier beschriebene Bain'sche Einrichtung ist durch Ekling in Wien dahin abgeändert worden, daß der Schlüssel zwei horizontal liegende Tasten enthält, durch deren Niederdrücken die I oder V gegeben wird, und daß bei der Bewegung des Zeigers zugleich Glöckchen angeschlagen werden, deren eins einen tieferen, das andere einen höheren Ton angibt, wodurch nicht nur das Verständniß der Zeichen erleichtert, sondern auch ein besonderer Wecker oder Alarm unnöthig wird, indem zu Anfang einer Mittheilung durch schnell wiederholtes Anschlagen der Glocken der Empfänger aufmerksam gemacht oder gerufen werden kann.

Wir haben nun noch zu zeigen, in welcher Art bei größeren Telegraphenlinien die einzelnen Nadeltelegraphen zu verbinden sind, damit wenn einer arbeitet, alle übrigen dieselben Bewegungen mitmachen. Die Skizze Fig. 460

460

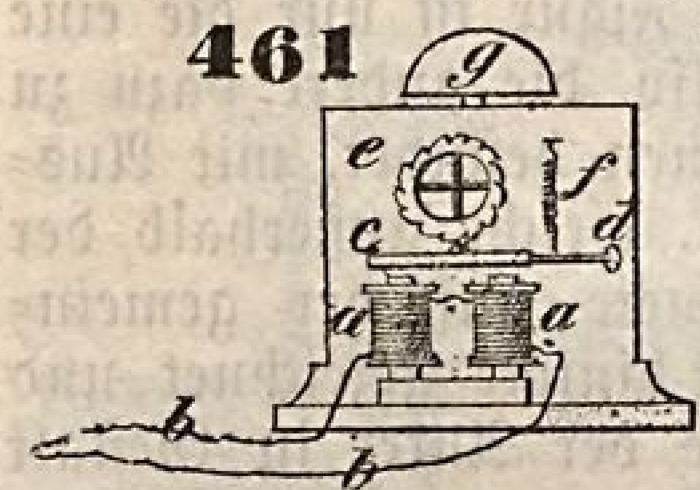


wird dieß erläutern. Es seien vier Bainsche Telegraphen A, B. C, D, jeder mit seiner Batterie versehen, alle von ganz übereinstimmender Konstruktion und in der aus der Zeichnung ersichtlichen Art durch Leitungsdrähte unter einander, endlich die äußersten Telegraphen durch die Platten k l mit der Erde verbunden. Gesetzt die Station B habe zu sprechen, und es sei der Schlüssel wie bei Fig. 459 rechts gedreht. Der von dem positiven Pol a der Batterie ausgehende Strom wird nun in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung durch alle Telegraphen und deren Drahtspiralen laufen, indem er, nach dem Austritt aus D durch die Platte k in die Erde geht, bei l wieder in die Drahtleitung gelangt und, nachdem er auch die Nadel von A zum Ausschlagen brachte, endlich zu dem negativen Pol der Batterie gelangt. Die punktirten Linien sollen nur den aus Fig. 459 genauer zu ersehenden Weg des Stromes innerhalb der nicht weiter ausgeführten Telegraphen andeuten, welcher Weg in den Telegraphen A, C und D mit dem ebenfalls nicht sprechenden linken Telegraphen der Fig. 459 in dem Telegraphen B aber mit dem sprechenden der Fig. 459 übereinstimmt.

Der Wecker oder Alarm.

Bei allen Telegraphen, welche nicht beim Arbeiten ein hörbares Geräusch hervorbringen und schon dadurch den Empfänger aufmerksam machen, ist zu diesem Zweck eine besondere Vorrichtung, Wecker, erforderlich. Solcher Vorrichtungen läßt sich leicht eine Menge erfinden, wie ja auch der vorhin beschriebene Bainsche Telegraph eine Glocke zum Tönen bringt. Es tritt hierbei aber die Schwierigkeit ein, daß die durch sehr lange Leitungen geführten Ströme außerordentlich geringe Stärke besitzen, und kaum im Stande sind, dem Hammer der Alarmglocke einen hinreichenden Impuls zu ertheilen. Dieser Schwierigkeit läßt sich entweder durch den weiter unten beim Drucktelegraphen zu beschreibenden Ueberträger (Relais), oder auch durch die in Fig. 461 dargestellte Einrichtung abhelfen.

461



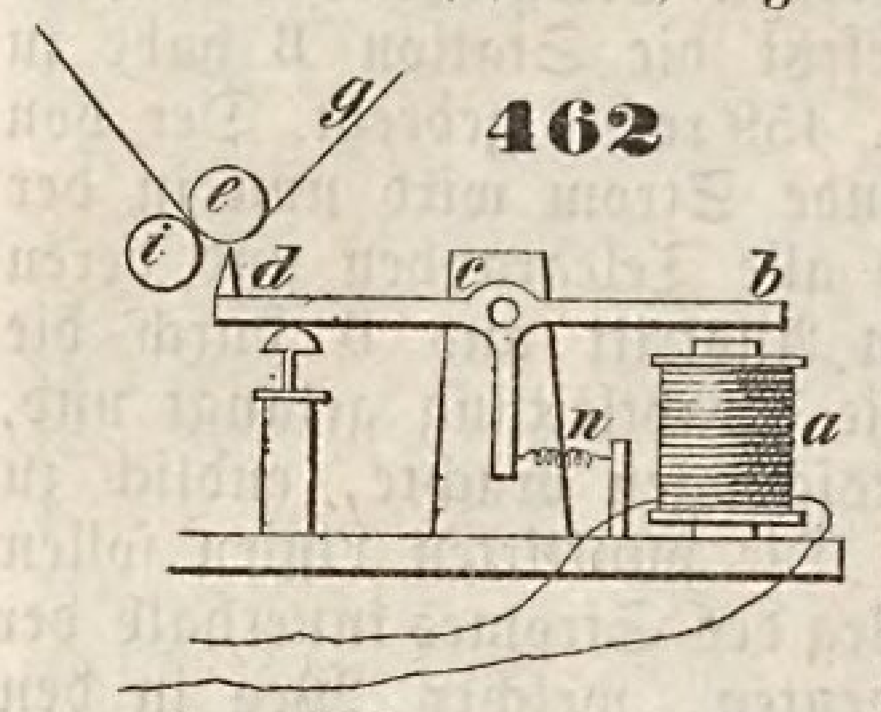
a a ist ein Elektromagnet von der oben Fig. 456 beschriebenen Einrichtung, welcher mittelst der Drahtleitung b b von der anderen Station her durch Anknüpfung oder Unterbrechung des Stromes beliebig magnetisch oder unmagnetisch gemacht werden kann. Ueber ihm ist der kleine eiserne Anker c um den Punkt d drehbar. Er ist mit einer aufstehenden Spitze versehen, die als Sperrkegel in das darüber befindliche Sperrrad e eingreift, und wird durch eine feine Spiralfeder f gehoben und gegen das Rad gedrückt Innerhalb des Kastens befindet sich ein einfaches Uhrwerk, welches durch ein Gewicht oder eine Feder getrieben einen kleinen Hammer in schneller Aufeinanderfolge von innen gegen das Glöckchen g schlagen macht, jedoch durch das Sperrrad e gehemmt ist. Man sieht nun leicht, daß selbst ein äußerst schwacher Strom, der den Elektromagnet in Thätigkeit setzt, hinreicht, durch Anziehung des Ankers das Sperrrad nebst dem Uhrwerk in Freiheit zu setzen, wogegen die Unterbrechung des Stromes zur Folge hat, daß der Sperrkegel wieder in die Zähne des Rades eingreift. Ist also das Uhrwerk aufgezogen, so dauert das Klingeln des Glöckchens so lange fort, als der Strom anhält.

2. Der Drucktelegraph.

Mit diesem Namen bezeichnet man alle solche Telegraphen, welche auf Papier erkennbare Zeichen machen, gleichviel, ob diese Zeichen wirkliche Buchstaben sind, oder nicht. Unter ihnen besitzt der des Amerikaners Morse so große Vorzüge, sowohl durch Einfachheit und Bequemlichkeit als auch durch Schnelligkeit, daß er, außer dem Nadeltelegraphen, ziemlich

alle übrigen Telegraphen verdrängt hat, wie er denn auch nicht nur in Amerika, sondern auf den meisten Telegraphenlinien Deutschlands und Frankreichs in Gebrauch ist.

Zur Veranschaulichung der Idee kann die Skizze Fig. 462 dienen.

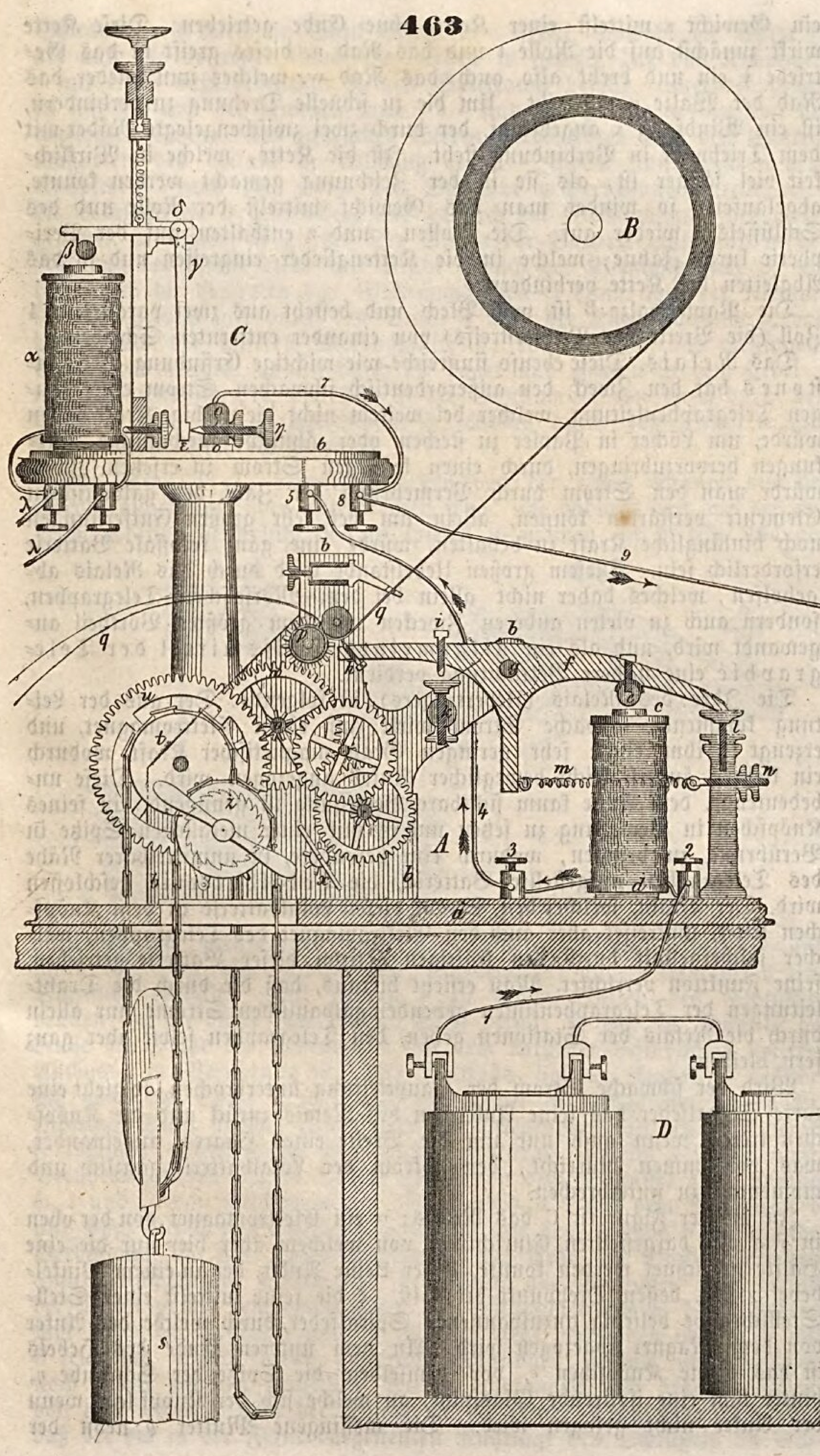


Ein Elektromagnet a ist in aufrechter Stellung auf einem Brett befestigt; als Anker dient der eine Arm b eines Hebels, der seinen Drehpunkt in c hat, und an dessen anderem Arme d sich eine aufwärts gekehrte Spitze befindet. Ueber dieser Spitze ist eine kleine messingene Walze e, gegen welche sich eine zweite Walze i drückt. Diese letztere kann durch ein Uhrwerk in Drehung gesetzt werden, wodurch ein schmaler Papierstreifen g mit mäßiger Geschwindigkeit fortgezogen wird. Sobald von einer entfernten Station ein elektrischer Strom durch die Spirale des Elektromagneten geleitet, in diesem also Magnetismus erregt wird, zieht er den Anker zu sich herab und bewirkt, daß die Spitze d ein vertieftes Grübchen in den Papierstreif drückt. Hört der elektrische Strom, mithin der Magnetismus des Elektromagneten auf, so zieht eine kleine Feder n die Spitze wieder herab. Auf diese Art können beliebig Punkte und Striche auf dem Papier hervorgebracht werden, erstere, wenn der elektrische Strom nur auf einen Moment angeknüpft wird, letztere, wenn der Strom eine, wenngleich sehr geringe, Zeit anhält.

Figur 463 zeigt die nähere Einrichtung des Morse'schen Telegraphen nebst Relais (von welchem weiter unten gehandelt werden wird) und Papierrolle. A der Telegraph, B die Papierrolle, C das Relais, D die Lokalbatterie. Das Gerüst des Telegraphen besteht in zwei parallel neben einander auf einem Brett a befestigten messingenen Platten b b b von der aus der Figur ersichtlichen Gestalt; in der Figur ist nur die eine hintere Gerüstplatte dargestellt, man hat sich also die andere dazu zu denken, so daß sich der Mechanismus zwischen ihnen befindet, mit Ausnahme jedoch der Rolle und des Sperrrades z, welche außerhalb der anderen Gerüstplatte liegen. c zwei Elektromagnete auf der gemeinschaftlichen Eisenplatte d; in der Figur ist nur der hintere gezeichnet und man hat sich den zweiten dicht davor zu denken. e der Anker in Gestalt eines horizontalen eisernen Zylinders, so lang, daß er zu beiden Elektromagneten reicht. f der Hebel, auf einer Achse g drehbar, h die Druckspitze, i eine Stellschraube, deren unteres Ende sich auf den Kopf der Schraube k legt, wenn beim Aufhören des elektrischen Stromes der Hebel zurückgeht. Eine zweite Stellschraube l dient dem hinteren Ende des Hebels als Unterstützung um zu verhindern, theils daß der Druckstift zu tief in das Papier einsteche, theils daß der Anker mit dem Magnet in Berührung komme, weil er sonst bei Unterbrechung des elektrischen Stromes nicht momentan losgelassen wird. m die durch eine Stellschraube n beliebig anzuspannende Spiralfeder. Sämmtliche Stellschrauben sind mit Contremuttern versehen, um ganz fest gestellt werden zu können. o und p die zum Fortziehen des Papierstreifs q dienenden Walzen, deren eine o durch Federn gegen die andere gedrückt ist. Die Oberfläche derselben ist, um das Papier besser zu packen, rauh gemacht und die obere ist an jener Stelle, wo der Stift in das Papier eindrückt, mit einer Furche versehen. r zwei messingene Backen (in der Figur ist nur die hintere sichtbar), durch Schrauben zu befestigen, welche dem Papierstreif zur richtigen Führung dienen.

Das Uhrwerk, welches dazu dient, die Walze p umzudrehen, wird durch

463



ein Gewicht s mittelst einer Kette ohne Ende getrieben. Diese Kette wirkt zunächst auf die Rolle t und das Rad u, dieses greift in das Getriebe v ein und dreht also auch das Rad w, welches nun wieder das Rad der Walze p umtreibt. Um die zu schnelle Drehung zu verhindern, ist ein Windfang x angebracht, der durch zwei zwischengelegte Räder mit dem Triebwerk in Verbindung steht. Ist die Kette, welche in Wirklichkeit viel länger ist, als sie in der Zeichnung gemacht werden konnte, abgelaufen, so windet man das Gewicht mittelst der Rolle und des Schlüssels z wieder auf. Die Rollen t und z enthalten auf der Peripherie kurze Zähne, welche in die Kettenglieder eingreifen und so das Abgleiten der Kette verhindern.

Die Papierwalze B ist von Blech und besteht aus zwei parallelen, 1 Zoll (die Breite des Papierstreifs) von einander entfernten Scheiben.

Das Relais. Diese ebenso sinnreiche wie wichtige Erfindung Wheatstone's hat den Zweck, den außerordentlich schwachen Strom einer langen Telegraphenleitung, welcher bei weitem nicht die nöthige Kraft haben würde, um Löcher in Papier zu stechen oder ähnliche mechanische Wirkungen hervorzubringen, durch einen kräftigen Strom zu ersetzen. Zwar würde man den Strom durch Vermehrung der Zahl der galvanischen Elemente verstärken können, allein um bei sehr großen Entfernungen noch hinlängliche Kraft zu behalten, würde eine ganz kolossale Batterie erforderlich sein. Diesem großen Uebelstande wird durch das Relais abgeholfen, welches daher nicht allein bei dem Morse'schen Telegraphen, sondern auch zu vielen anderen Zwecken mit dem größten Vortheil angewandt wird, und als ein allgemeines Hülfsmittel der Telegraphie eine nähere Betrachtung verdient.

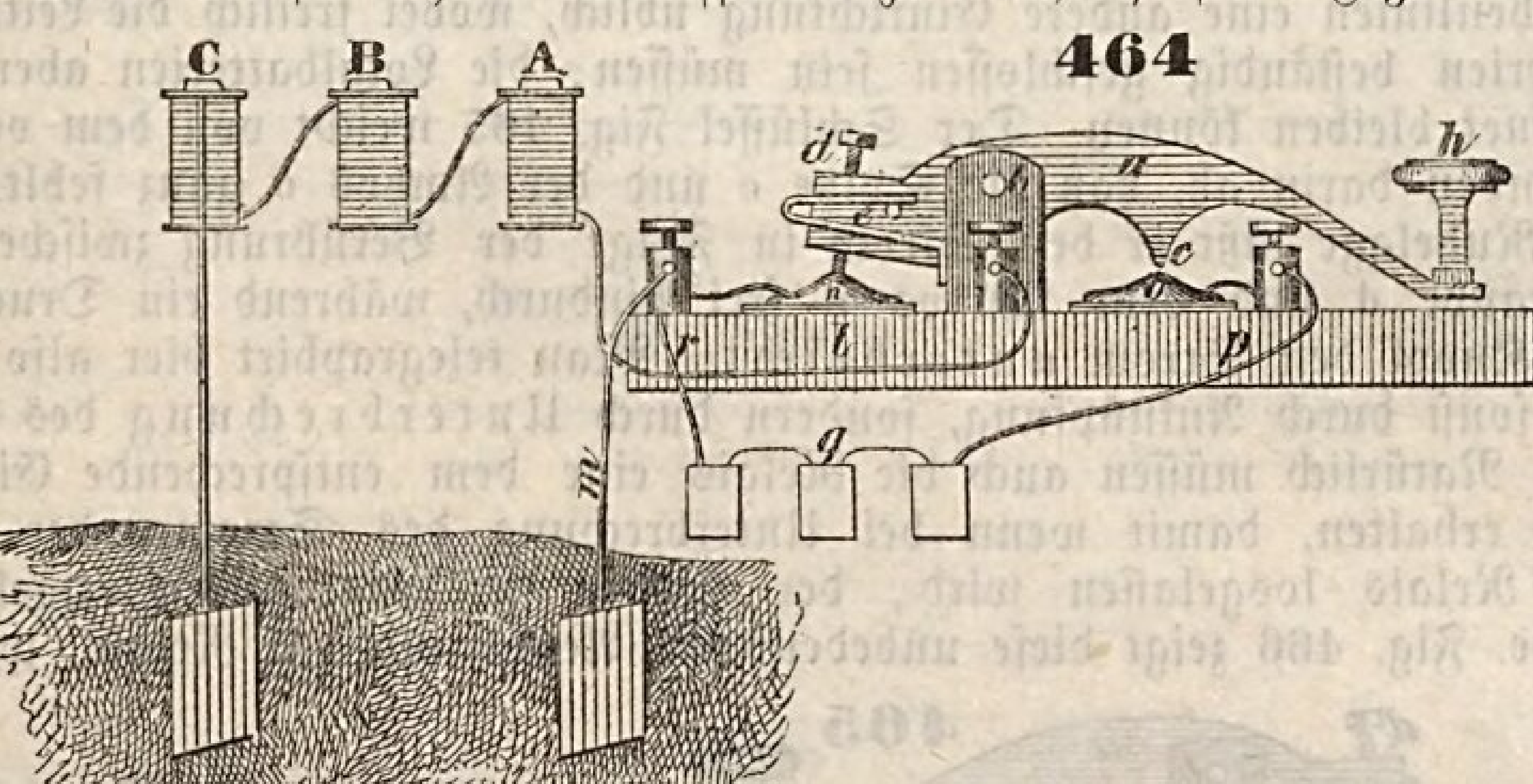
Die Idee des Relais (Ueberträgers) ist folgende: Der aus der Leitung kommende schwache Strom wirkt auf einen Elektromagnet, und erzeugt in ihm einen sehr geringen Grad magnetischer Kraft, wodurch ein kleiner, äußerst leicht beweglicher Anker angezogen wird. Diese unbedeutende, dem Auge kaum sichtbare Bewegung ist genügend, ein feines Knöpfchen in Bewegung zu setzen und es mit einer metallenen Spitze in Berührung zu bringen, wodurch eine besondere, in unmittelbarer Nähe des Telegraphen aufgestellte Batterie, die Lokalbatterie geschlossen wird. Der Draht, welcher den Strom dieser Lokalbatterie zu dem Knöpfchen leitet, umkreiset aber auch den Elektromagnet des Telegraphen, welcher solchergestalt durch den kräftigen Strom dieser Batterie getrieben, seine Funktion verrichtet. Man ersieht hieraus, daß die durch die Drahtleitungen der Telegraphenlinien gehenden galvanischen Ströme nur allein durch die Relais der Stationen gehen, den Telegraphen selbst aber ganz fern bleiben.

Wird der schwache Strom der Hauptleitung unterbrochen, so zieht eine zarte Spiralfeder das feine Ankerchen des Relais zurück und die Knöpfchen treten, wenn auch nur um die Breite eines Haares, auseinander, was vollkommen hinreicht, den Strom der Lokalbatterie gänzlich und momentan zu unterbrechen.

In unserer Figur ist C das Relais; α ein Elektromagnet von der oben in Fig. 456 dargestellten Einrichtung, von welchem aber hier nur die eine Hälfte gezeichnet werden konnte, β der kleine Anker, der an einem Winkelhebel γ sitzt, dessen Drehpunkt bei δ ist. ξ die feine mittelst einer Stell-Stellschraube beliebig anzuspannende Spiralfeder, durch welche der Anker von dem Magnet abgezogen wird. An dem unteren Ende des Hebels ist das kleine Knöpfchen ε, vor demselben die Spitze der Schraube η, hinter ihm eine isolirende Glasspitze, an welche sich der Knopf legt, wenn der Anker nicht gezogen wird. Die messingene Mutter ϱ nebst der

Schraube η ist durch ein Stück Elfenbein o isolirt. Sowohl die Spitze η, als auch die isolirende Glasspitze werden so gestellt, daß das Knöpfchen ι nur einen außerordentlich kleinen Spielraum behält, innerhalb dessen es sich hin und her bewegen kann. λ λ sind die Drähte, welche von der entfernten Station den schwachen Strom herbeiführen und den Elektromagneten des Relais in Wirkung setzen. Indem nun zwischen dem Knöpfchen ε und der Spitze der Schraube η Berührung eintritt, wird die Lokalbatterie D geschlossen, und dadurch der Elektromagnet des Telegraphen in Thätigkeit gesetzt. Der Strom der Batterie läuft nun in der Richtung der Pfeile durch den Draht 1 nach der Klemmschraube 2, von hier durch die Spiralen des Elektromagneten c, dann nach der Klemmschraube 3, von hier durch den Draht 4 nach der Klemmschraube 5, von dieser nach der unteren Messingplatte 6, von dieser in das messingene Gerüst des Relais, sodann durch die Lager und Zapfen in den Hebel γ und das Knöpfchen ε, von hier in die Schraube η, von dieser durch den Draht 7 nach der Klemmschraube 8, endlich durch den Draht 9 nach dem anderen Pole der Batterie.

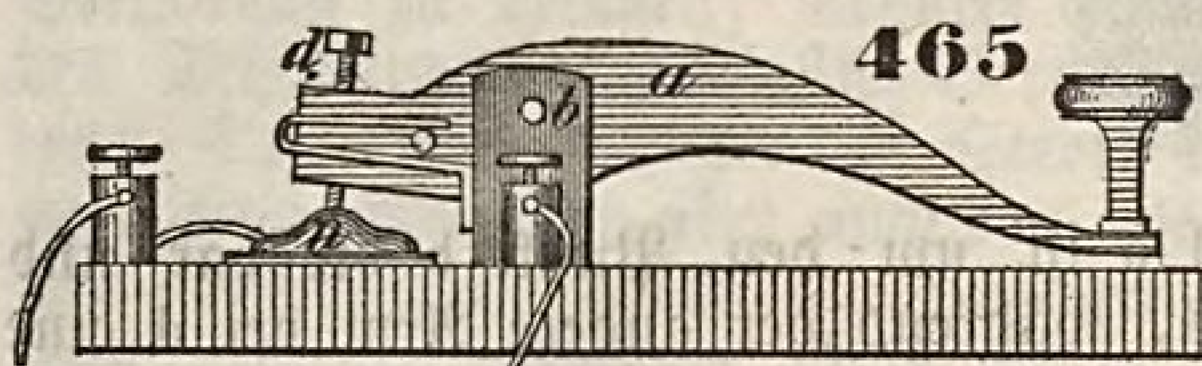
Der Schlüssel, vermittelst dessen von der einen Station aus der Strom angeknüpft oder unterbrochen wird, um dadurch das auf der anderen Station befindliche Relais spielen zu machen, ist in Fig. 464 ab-



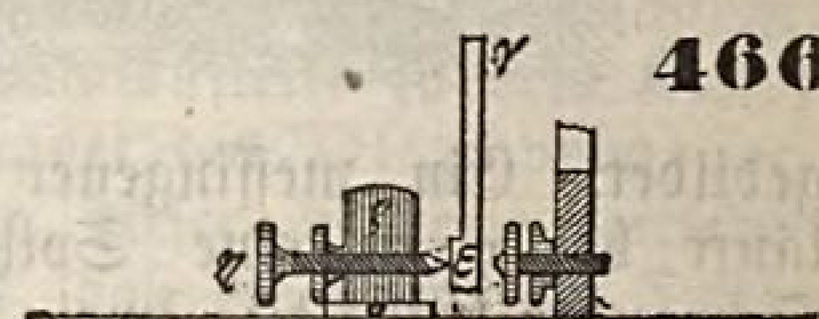
gebildet. Ein messingener Hebel a ist um den Punkt b drehbar und läuft bei c in eine Spitze aus, während der andere Arm bei d eine Schraube enthält. Zwei Federn e zu beiden Seiten des Schlüssels drücken ihn an dieser (der linken) Seite herab, so daß im Zustande der Ruhe die Spitze der Schraube d mit dem darunter befindlichen isolirten Ambos n in Berührung ist. Ein ebenfalls isolirter Ambos o befindet sich unter der Spitze c, so jedoch, daß in der Ruhelage hier keine Berührung Statt findet. Drückt aber der Telegraphist den Knopf h herab, so kommen c und o in Berührung, während zugleich n und d außer Berührung treten. Drei Drähte gehen von dem Schlüssel aus, nämlich m, l und p, von welchen m mit dem Ambos n, l mit dem Drehpunkt b, also auch mit dem Schlüssel a, p endlich mit dem Ambos o in leitender Verbindung ist. Der Draht m wird mit der Erde, der Draht l mit dem Hauptleitungsdraht verbunden, der durch alle Stationen geht, endlich der Draht p mit dem einen Pole der Leitungsbatterie q, deren anderer Pol durch die Drähte r und m mit der Erde verbunden ist. A, B und C seien die Relais dreier entfernter Stationen, welche nebst vielleicht noch vielen anderen denselben Strom empfangen und arbeiten sollen; von dem letzten C geht der Draht in die Erde. Man sieht nun leicht, daß bei der in der Figur dargestellten Ruhelage des Schlüssels die Bat-

terie nicht wirken kann, da ja zwischen o und c eine Unterbrechung ist. So wie aber der Telegraphist den Knopf h herabdrückt und c und o in Berührung bringt, geht der Strom weiter durch den Schlüssel a, durch b und den Draht l nach der Hauptleitung, umkreiset die Elektromagnete sämmtlicher Relais, geht von C in die Erde und kehrt durch die Drähte m und r zu dem anderen Pole der Batterie zurück.

Gesetzt aber, es werde von C aus telegraphirt, so muß der Strom ungehindert durch den Schlüssel in A gehen, ohne daß die Batterie von A zur Wirkung kommt. Gerade hierzu nun dient die Berührung zwischen der Schraube d und dem Ambos n. Der von dem Erddraht m kommende Strom geht in den Ambos n, von da in die Schraube d, in den Schlüssel a, von diesem durch b und den Draht l zur Hauptleitung. Die hier beschriebene Einrichtung des Schlüssels mit Rückkontakt bietet den großen Vortheil, daß die Batterien, sowohl die Leitungs- als auch die Lokalbatterien zur Zeit, wo nicht telegraphirt wird, geöffnet bleiben, also weit weniger der Abnutzung unterliegen, während man sich sonst genöthigt sieht, sie stets geschlossen zu halten. Dagegen ist sie mit dem Nachtheil verknüpft, daß jeder Telegraph, also auch jene der Zwischenstationen, mit einer Batterie versehen sein muß, um sprechen zu können. Aus diesem Grunde ist auf verschiedenen, z. B. den hannoverschen Telegraphenlinien eine andere Einrichtung üblich, wobei freilich die Leitungsbatterien beständig geschlossen sein müssen, die Lokalbatterien aber doch geöffnet bleiben können. Der Schlüssel Fig. 465 weicht von dem vorhergehenden darin ab, daß die Spitze c und der Ambos o ganz fehlt. In der Ruhelage läßt er den Strom in Folge der Berührung zwischen der Schraube d und dem Ambos n frei hindurch, während ein Druck auf den Knopf den Strom unterbricht. Man telegraphirt hier also nicht wie sonst durch Anknüpfung, sondern durch Unterbrechung des Stromes. Natürlich müssen auch die Relais eine dem entsprechende Einrichtung erhalten, damit wenn bei Unterbrechung des Stromes der Anker des Relais losgelassen wird, der Strom der Lokalbatterie angeknüpft werde. Fig. 466 zeigt diese unbedeutende Aenderung des Relais, welches



465

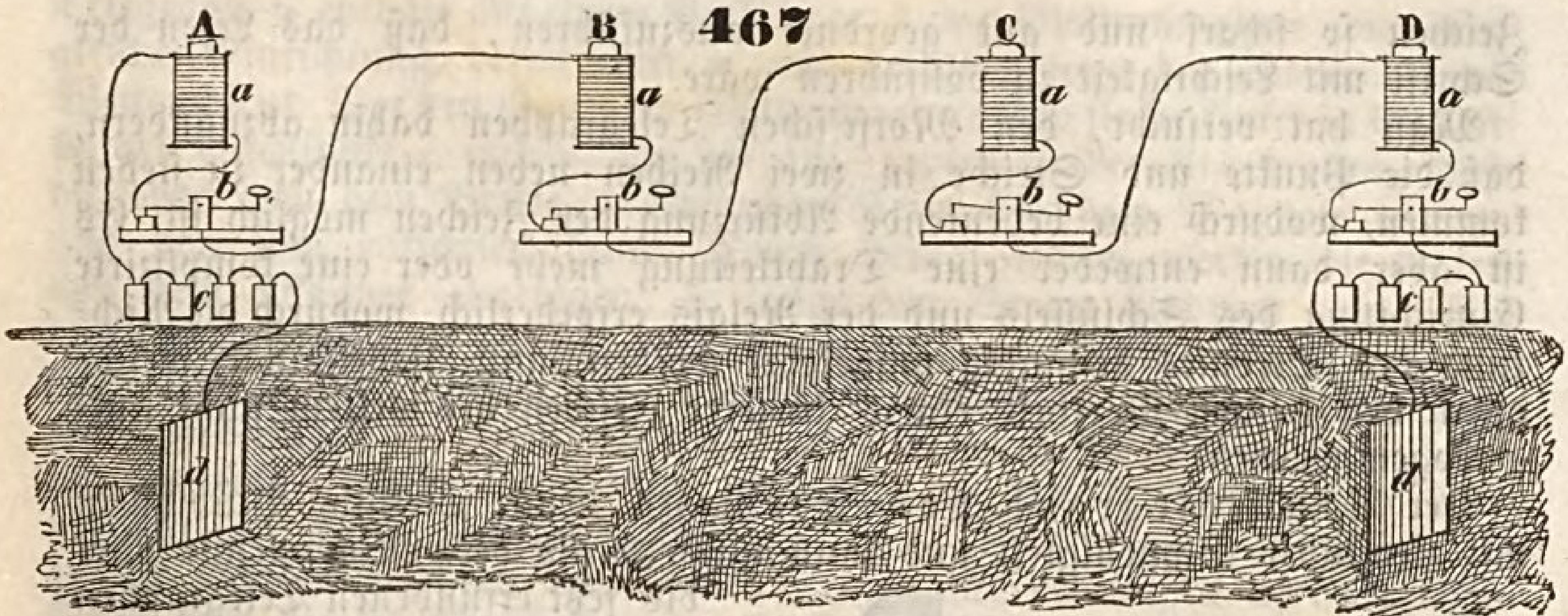


466

im Uebrigen ganz die in Fig. 463 abgebildete Einrichtung behält. Die leitende Spitze der Schraube η ist links, der isolirende Glasknopf rechts. Wenn nun im gewöhnlichen Zustande der Strom im Gange, der Anker des Relais also angezogen ist, so legt sich das Knöpfchen ε an den Glasknopf, die Lokalbatterie ist also außer Thätigkeit. Wird dagegen der Schlüssel herabgedrückt, der Strom der Leitungsbatterie (der Hauptstrom) also unterbrochen, so legt sich ε an η, die Lokalbatterie kommt zur Wirkung und der Telegraph macht das beabsichtigte Zeichen.

Um zu zeigen, wie bei dieser Einrichtung auch die Zwischenstationen ohne Batterie sprechen können, dient die Skizze Fig. 467. A B C D seien vier entfernte Stationen, a a a a die Relais, b b b b die Schlüssel derselben Stationen, c c die Batterien der Endstationen, d d die Erdleitung zwischen denselben. Der Strom geht, wenn sich alle Schlüssel in der Ruhelage befinden, durch beide Batterien, alle Schlüssel und Relais. Wird aber ein Schlüssel, z. B. der in C angedrückt, so ist der Strom unterbrochen, sämmtliche Relais werden unmagnetisch und bringen ihre Lokalbatterien und Telegraphen zur Wirkung.

467



Die durch den Morse'schen Telegraphen zu gebenden Zeichen bestehen, wie schon erwähnt, in Punkten und Strichen, durch deren Kombination die Buchstaben und Ziffern dargestellt werden. Das gegenwärtig auf allen deutschen und österreichischen Telegraphenlinien als allgemein gültig angenommene Alphabet ist folgendes:

a	·—	j	·———	s	···
ae	·—·—	k	—·—	t	—
b	—···	l	·—··	u	··—
c	—·—·	m	——	ue	··——
d	—··	n	—·	v	···—
e	·	o	———	w	·——
f	··—·	oe	———·	x	—··—
g	——·	p	·——·	y	—·——
h	····	q	——·—	z	——··
i	··	r	·—·	ch	————

1	·————	.	······
2	··———	;	—·—·—·
3	···——	,	·—·—·—
4	····—	:	———···
5	·····	?	··——··
6	—····	!	——··—·—
7	——···	= (Bindestrich)	—····—
8	———··	' (Apostroph)	·————·
9	————·	/ (Bruchstrich)	——————
0	—————		

Es ist bei diesem Alphabet das System beobachtet, die Buchstaben mit höchstens 4 Elementarzeichen, die Ziffern mit 5, die Interpunktionen und sonstigen Zeichen mit 6 zu machen; außerdem sind den häufiger vorkommenden Buchstaben die kürzeren Zeichen ertheilt.

Beim Beginn einer Mittheilung wird erst eine Reihe Punkte gemacht, um durch das Geräusch statt des Weckers, den Telegraphisten der anderen Station zu rufen, damit er das Uhrwerk seines Telegraphen angehen lasse und die Depesche empfangen könne. Nach jedem Worte wird ein kleiner Zwischenraum gelassen. z. B.

·········· —·· ·· ·   ·—· ··— ··· ··· · —·   ··· ·· —· —··   ··—— —··· · ·—·

d i e   r u s s e n   s i n d   ue b e r

—·· · —·   ·——· ·—· ··— —   ——· · ——· ·— —· ——· · —·   ······

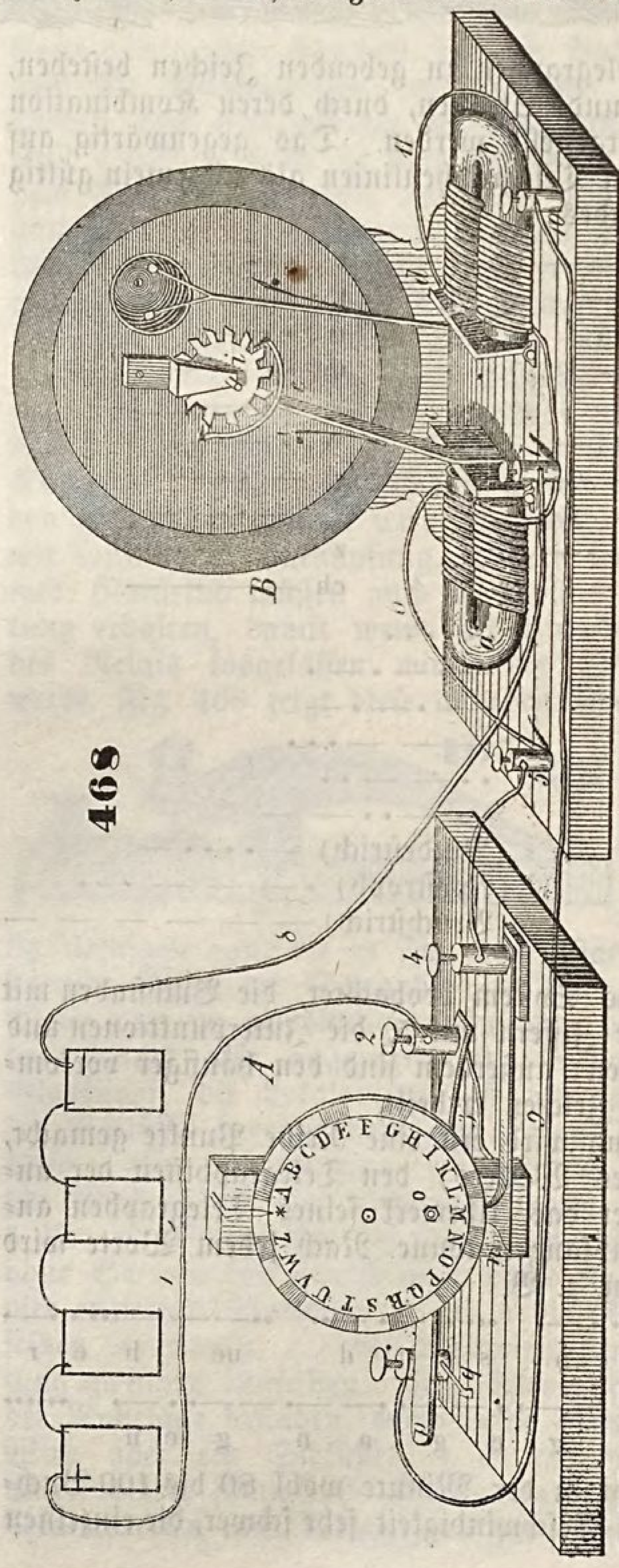
d e n   p r u t   g e g a n g e n

Ein geübter Telegraphist macht in der Minute wohl 80 bis 100 Buchstaben; es ist aber bei so großer Geschwindigkeit sehr schwer, die einzelnen

Zeichen so scharf und gut geordnet auszuführen, daß das Lesen der Schrift mit Leichtigkeit zu vollführen wäre.

Man hat versucht, den Morse'schen Telegraphen dahin abzuändern, daß die Punkte und Striche in zwei Reihen neben einander zu stehen kommen, wodurch eine bedeutende Abkürzung der Zeichen möglich ist. Es ist aber dann entweder eine Drahtleitung mehr oder eine komplizirte Einrichtung des Schlüssels und der Relais erforderlich, wodurch die Richtung des Stromes beständig umgekehrt werden kann, Uebelstände, welche durch den kleinen Vortheil etwas kürzerer Zeichen bei weitem nicht aufgewogen werden.

Der Drucktelegraph von Siemens druckt wirkliche Buchstaben mit ziemlicher Schnelligkeit und kann insofern als der vollkommenste aller bis jetzt erfundenen Telegraphen bezeichnet werden; er hat aber bis jetzt nur geringe Verbreitung gefunden, theils der sehr komplizirten Einrichtung, theils des Umstandes wegen, daß das Drucken wirklicher Buchstaben wenig Vortheil gewährt, da ja dem Telegraphisten sein Alphabet eben so geläufig ist, wie das gewöhnliche. Wir werden indessen weiter unten bei Gelegenheit des Siemens'schen Zeigertelegraphen auch die seinem Drucktelegraphen zu Grunde liegende Idee erläutern.



468

3. Zeigertelegraphen.

Diese, noch vor wenigen Jahren sehr gebräuchlichen Telegraphen sind im Allgemeinen von der Einrichtung, daß auf der Peripherie einer Scheibe die Buchstaben des Alphabetes stehen und ein Zeiger sich auf der Scheibe dreht, welcher durch den elektrischen Strom in Bewegung gesetzt, successive nach den zu bezeichnenden Buchstaben hinläuft. Da sie wegen mehrfacher Mängel fast überall wieder aufgegeben sind, so werden wir ihnen nur einen geringen Raum widmen dürfen. Zur Veranschaulichung der Idee mag Fig. 468 dienen, von welcher A der auf der einen Station befindliche Schlüssel, B der auf der anderen Station aufgestellte Telegraph sein würde. Es ist zugleich ein Wecker vorhanden, der durch das Geklingel eines Glöckchens den Empfänger ruft. Der

Telegraph B enthält auf einem Brett liegend zwei Elektromagnete von völlig gleicher Einrichtung, deren einer a zum Telegraphiren, der andere b zum Wecken dient. Vor den Polen der Elektromagnete sind kleine Anker in Gestalt flacher Eisenstücke c und d, die sich auf Zapfen in der Art drehen, daß die obere von dem Brette abgewandte Seite sich dem Magnete nähern und von ihm entfernen kann. Durch kleine Federn werden die Anker von dem Magnet abgezogen, so lange kein Strom hindurch geht. An dem Anker c ist eine Gabel e, deren Zinken nach Art des Echappements einer Uhr in die Zähne eines Sperrrades i eingreifen, so daß beim Hin- und Herbewegen der Gabel das Rad jedes Mal um die Hälfte eines Zahnes fortrückt. Enthält das Rad 12 Zähne, so bewirkt jede einzelne Bewegung der Gabel das Fortrücken um $^1/_{24}$. Die Achse des Rades trägt an der entgegengesetzten Seite einen Zeiger, und es müssen an eben jener Seite auch die 24 Buchstaben im Kreise verzeichnet gedacht werden. Jede Einzelbewegung des Ankers c und seiner Gabel macht daher den Zeiger um einen Buchstaben fortrücken. Die Aufgabe besteht nun darin, von der Station A aus das Anknüpfen und Unterbrechen des elektrischen Stromes in schneller Aufeinanderfolge zu bewerkstelligen und allemal, wenn der Zeiger bis zu dem beabsichtigten Buchstaben fortgerückt ist, eine kurze Weile inne zu halten. Hierzu dient nun der Schlüssel A. Derselbe besteht in einer messingenen Scheibe, die mittelst eines Handgriffes o um ihren Mittelpunkt gedreht werden kann und im Kreise die 24 Buchstaben enthält. In den Rand derselben sind in gleichen Entfernungen 12 Stücke einer nichtleitenden Substanz, Holz, Elfenbein oder dergleichen eingesetzt, während eine metallene Feder n sich mit mäßigem Druck dagegen legt. Der Strom der Batterie ist genöthigt, durch die Scheibe und die Feder n zu gehen, wird also jedes Mal, wenn die letztere auf das Holzstück trifft, unterbrochen, bei der darauf folgenden Berührung der Metalle wieder angeknüpft. Man ersieht nun leicht die Wirkung. Beim Drehen der Scheibe tritt gleichzeitig mit den auf einander folgenden Buchstaben abwechselnde Unterbrechung und Anknüpfung des Stromes, folglich auch ein gleichzeitiges Fortrücken des Zeigers auf der Station B ein. Die Figur zeigt den Telegraphen in der Stellung, wo der Strom angeknüpft ist; derselbe geht von dem positiven Pol der Batterie durch den Draht 1 nach der Klemmschraube 2, von da durch den Draht 3 nach der Scheibe des Schlüssels, von dieser in die Feder n, dann durch die Klemmschrauben 4 und 5 und den Draht 6 nach dem Elektromagnet a, von diesem zurück durch die Klemmschraube 7 und so durch den Draht 8 zum negativen Pol der Batterie zurück. Soll dagegen der Wecker gebraucht werden, so drückt man die Feder p bis zur Berührung des messingenen Stiftes q herab. Der Strom geht nun von der Batterie durch 1, 2, p, q, 9, 10, 11, den Elektromagnet b, 7 und 8 zurück, und die Glocke des Weckers schlägt an.

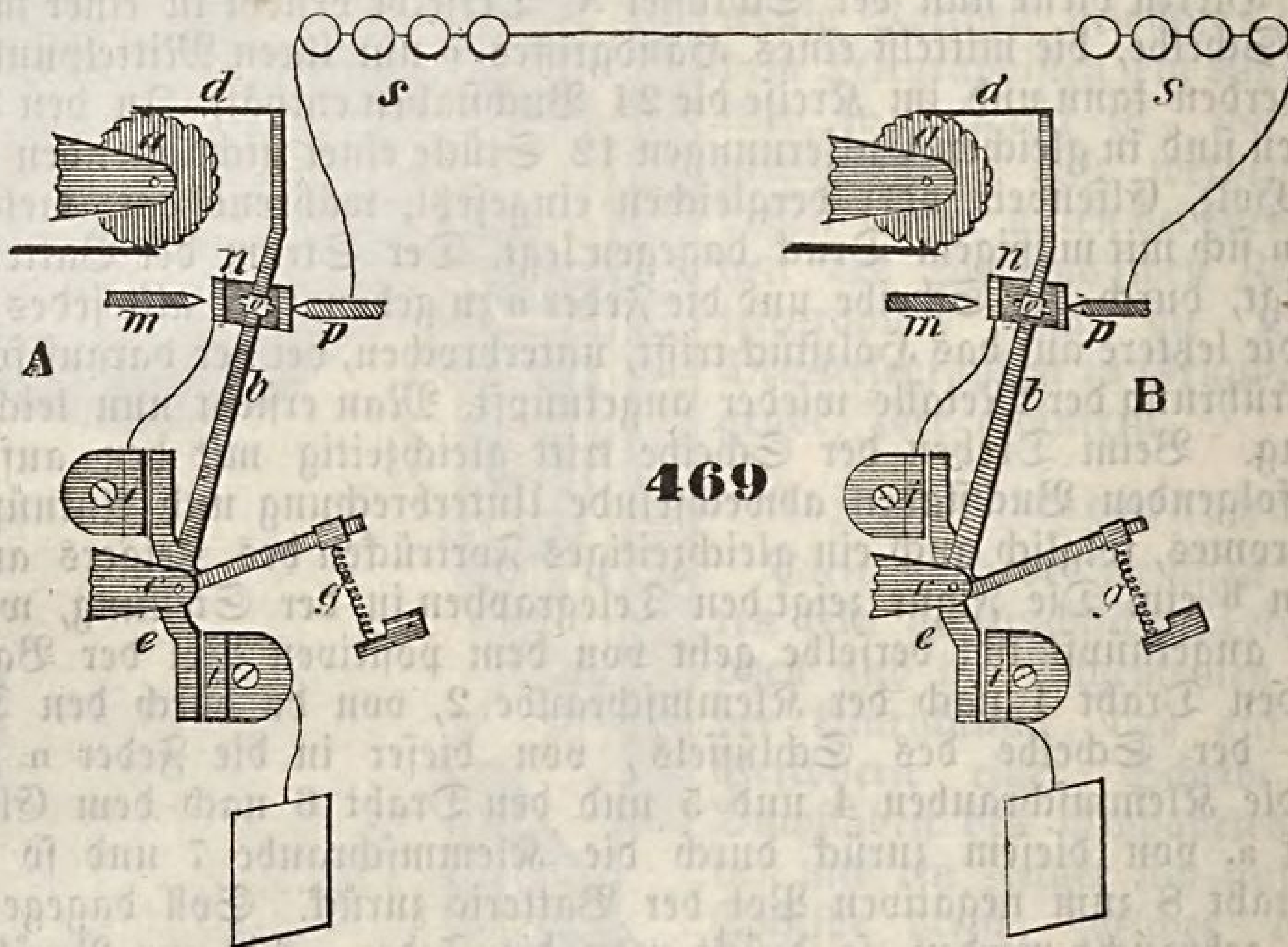
Die hier beschriebene Einrichtung litt unter mehreren anderen Unvollkommenheiten an dem großen Fehler, daß bei zufällig zu rascher Drehung des Schlüssels die in dem Elektromagneten entwickelte magnetische Kraft nicht Zeit hatte, bis zu der erforderlichen Intensität anzuwachsen, und daß in diesem Falle der Zeiger mit dem Schlüssel nicht gleichen Schritt hielt, wodurch natürlich alle folgenden Wörter völlig unverständlich blieben.

Drescher traf daher eine andere Einrichtung, indem er die Drehung des Schlüssels nicht durch die Hand des Telegraphisten, sondern durch ein Uhrwerk bewirken ließ, welches sie nie übereilen kann. Aber auch dieses erfüllte den Zweck nicht vollständig, weil der elektrische Strom selbst häufigen Schwankungen unterliegt. War der Gang des Uhrwerkes auf einen ziemlich kräftigen Strom berechnet, und es trat bei nasser

Witterung eine Schwächung des Stromes ein, so fielen nicht selten dennoch Störungen im übereinstimmenden Gange vor.

Dieß führte nun **Siemens** auf die Erfindung eines bewunderns-würdig sinnreichen Mechanismus, der sich auch bei einer Menge zum wirklichen Dienste verwendeter Telegraphen bewährt hat. Da die vollständige Beschreibung dieses, in seinen Details ziemlich komplizirten Mechanismus die unserem kleinen Artikel gesteckten Grenzen zu weit überschreiten würde, so kann hier nur eine kurze Darlegung des Wesentlichen der Idee gegeben werden, wobei der Zweck des Erfinders dahin ging, die Bewegung des Zeigers weder der Hand des Telegraphisten, noch einem Uhrwerk, sondern dem elektrischen Strome selbst zu überlassen, um so zwischen der Stromstärke und der Drehungsgeschwindigkeit einen nothwendigen Zusammenhang zu erzielen.

In Figur 469 ist mit Hinweglassung aller übrigen Theile, auch des Weckers, nur der zum Selbstdrehen dienende Mechanismus dargestellt. a ein kleines Sperrrädchen, b ein um den Punkt c drehbarer Hebel, an dessen vorderem Ende die kleine, in einen Haken auslaufende Feder d befestigt ist. Der Hintertheil des Hebels e ist von Eisen und bildet den Anker eines, in der Figur nicht sichtbaren, Elektromagnetes, der sich an



469

der entgegengesetzten Seite des Apparates befindet und an dessen Pole die Eisenstückchen i i angeschraubt sind, welche mithin die Pole des Elektromagnetes darstellen. Wird dieser durch den elektrischen Strom magnetisch, so zieht er den Anker an, der Hebel wird in Bewegung gesetzt und faßt mit dem Häkchen in den nächsten Zahn des Sperrrades; wird hierauf der Strom unterbrochen, so kehrt der Hebel, durch die Feder g angezogen, zurück und dreht das Rad um einen Zahn mit sich fort. Auf dem Hebel nun ist eine kleine Hülse o befestigt, die nach jeder Seite hin einen vorspringenden Stift enthält. Darunter liegt ein kleines und seitlich hin und her bewegliches Schiffchen n mit zwei aufstehenden Backen, gegen welche die Stifte des Hebels bei seiner Hin- und Herbewegung stoßen. Zu beiden Seiten des Schiffchens sind die Schraubenspitzen m und p, deren eine, nämlich p, in die Telegraphenleitung eingeschaltet ist, also das Ende derselben bildet, während das Schiffchen, ebenfalls in die Drahtleitung eingeschaltet, die weitere Fortleitung des Stromes übernimmt. Durch diese Anordnung der Theile ist dem kleinen Mechanismus

das Geschick ununterbrochener Bewegung aufgezwungen, indem jeder Uebergang zur Ruhelage den Keim einer neuen Bewegung in sich trägt; eine dem schon älteren Neef'schen Apparate theilweise entnommene Idee. Gesetzt es stände, wie die Figur zeigt, das Schiffchen mit der Spitze p in Berührung; dadurch ist die Leitung geschlossen, der Strom zirkulirt, der Magnet zieht den Anker an, der Hebel wird zur Linken bewegt und stößt das Schiffchen gegen die Spitze m, wodurch der Strom unterbrochen ist. Augenblicklich verliert der Elektromagnet seine Kraft, die Feder g zieht den Anker nebst Hebel zurück, das Schiffchen wird wieder rechts gegen p gestoßen, der Strom wieder angeknüpft u. s. f. Befinden sich auf zwei entfernten Stationen A und B zwei ganz gleiche Apparate in dieselbe Leitung eingeschaltet, wobei es zweckmäßig ist, jedem eine Batterie s zu geben, so werden sich in beiden die Hebel, mithin auch die Rädchen übereinstimmend bewegen, und die an den letzteren befindlichen Zeiger übereinstimmend von Buchstab zu Buchstab fortrücken. Zum Zweck des Telegraphirens nun ist auf jeder Station ein Tastenwerk vorhanden, mittelst dessen man durch das Niederdrücken einer Taste das Rädchen und den Zeiger bei jedem beliebigen Buchstaben arretiren kann, wodurch auch der Haken d, nachdem er die letzte noch zulässige Linksbewegung gemacht hat, gehalten und verhindert ist, den Strom wieder anzuknüpfen. In Folge der Unterbrechung des Stromes steht daher auch das Rädchen und der Zeiger der anderen Station B still, bis dann durch das Loslassen der Taste das Rädchen in A in Freiheit gesetzt wird und der Umlauf beider Zeiger wieder beginnt. Das Telegraphiren kommt somit darauf hinaus, von den im Kreise liegenden, mit den Buchstaben bezeichneten Tasten den betreffenden Buchstaben niederzudrücken, worauf der Zeiger und mit ihm korrespondirend auch jener der anderen Station bei diesem Buchstaben anhält.

Nachdem der Siemens'sche Zeigertelegraph mehrere Jahre auf den meisten preußischen Telegraphenlinien in Gebrauch gewesen, ist er doch wieder aufgegeben, weil seine Konstruktion so komplizirt und zart, daß bei eintretenden Störungen nur ein geübter, mit der Einrichtung vollkommen vertrauter Mechaniker zu helfen vermochte, wogegen der Morse'sche Telegraph in der Idee und im Bau so einfach dasteht, daß jeder gemeine Telegraphist ihn beaufsichtigen, repariren und justiren kann.

Siemens hat nun, wie oben erwähnt, bei seinem Zeigertelegraphen noch eine Einrichtung zum Drucken angebracht, welche etwa in Folgendem besteht: Man denke sich auf einer Scheibe im Kreise herum die Buchstaben als wirkliche Lettern an den Enden kleiner Federn befestigt, und vor denselben in geringer Entfernung zwei aufeinanderliegende und durch ein Uhrwerk sich langsam fortbewegende Streifen von dünnem Papier, deren einer mit abfärbender Schwärze überzogen ist. Man denke sich ferner, daß ein kleiner Hammer sich hinter den Lettern befinde und jedesmal, wenn eine derselben bei der Drehung der Scheibe dem Papierstreif gegenüber tritt, einen Schlag auf das hintere Ende der Letter führe. Es wird dadurch ein Abdruck vermittelst des geschwärzten Papiers auf dem anderen Papier entstehen, und wäre die Ausführung wirklich so, wie wir angenommen haben, so würden sich alle Buchstaben der Reihe nach abdrucken, weil jede Letter einen Hammerschlag erhielte. Damit wäre offenbar nichts gewonnen. Es kam nun darauf an zu bewirken, daß ein Hammerschlag nur dann erfolgte, wenn eine Letter auf kurze Zeit angehalten wurde, sonst aber bei dem raschen Vorübergehen derselben nicht. Zur Lösung dieser scheinbar sehr schwierigen Aufgabe benutzt Siemens die Eigenschaft der Elektromagnete, zur Erlangung der vollen Kraft einer gewissen Zeit zu bedürfen. Das Anschlagen des Ham-

mers wird nämlich durch einen Elektromagnet bewirkt, welcher durch den Strom einer besonderen Batterie zur Thätigkeit kommt. Ist nun bei dem raschen Vorübergehen der Letter die Zeit, wo der Lokalstrom auf den Magnet einwirken kann, sehr kurz, so erlangt derselbe nicht die nöthige Kraft, den Hammer zum Anschlagen zu bringen, und es bleiben daher alle diese rasch vorübergehenden Buchstaben weg. Wird dagegen ein Buchstabe auf einen Augenblick angehalten, so erfolgt der Hammerschlag und der Buchstabe drückt sich ab. Die Siemens'schen Drucktelegraphen sollen auf russischen Telegraphenlinien in Gebrauch sein.

C. Die Leitungen.

Zur Leitung des elektrischen Stromes bedient man sich allgemein starker Drähte von Kupfer oder Eisen. Das erstere verdient den Vorzug hinsichtlich der Wohlfeilheit, denn da als Mittelzahl verschiedener Beobachtungen das Eisen sieben Mal schlechter leitet als Kupfer, so muß zur Erreichung desselben Zweckes der Querschnitt eines eisernen Leitungsdrahtes 7 Mal, der Durchmesser also 2.65 Mal, das Gewicht 6.1 Mal größer genommen werden, als beim Kupfer. Dazu kommt, daß abgenutzter zerrissener Kupferdraht als altes Kupfer seinen Werth behält, was bei altem Eisendraht nicht der Fall ist. Dennoch wird häufig dem Eisendraht der Vorzug gegeben, und zwar einestheils, weil er weniger dem Diebstahl unterworfen ist, sodann weil er sich nicht längt. Wenn nämlich mehrere Drähte an denselben Pfählen neben einander fortlaufen, und in Folge allmäliger Längung bogenförmig herabhängen, so kann zumal bei stürmischem Wetter leicht ein nachtheiliges Zusammentreffen der Drahtleitungen erfolgen.

Durch Anwendung von hartgezogenem Kupferdraht würde sich der Uebelstand des Längens ohne Zweifel vermeiden lassen, wie man ja selbst zu den Baßsaiten des Fortepiano häufig Kupfer anwendet, das sich notorisch sehr gut in Stimmung hält.

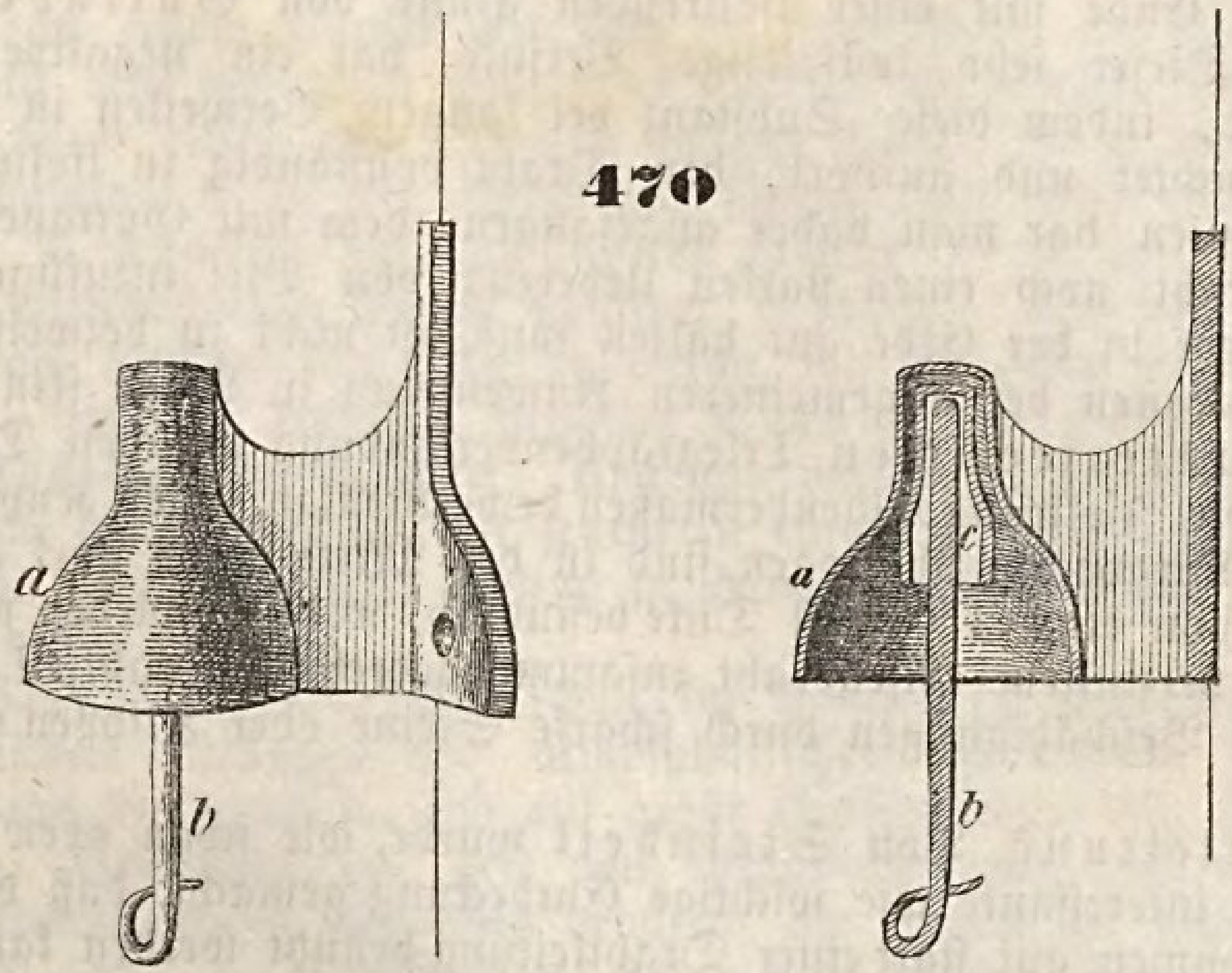
Um Eisendraht vor dem Rosten zu schützen, wird er am besten galvanisirt (verzinkt). Die Dicke kann etwa $1/6$ Zoll betragen; für Kupferdraht würde nach der vorhin gegebenen Betrachtung ein Durchmesser von $1/15$ Zoll hinreichen, doch würde ein so dünner Draht zu leicht beschädigt werden, weßhalb man die Dicke nicht unter $1/8$ Zoll zu nehmen pflegt. Besondere Umstände können Abweichungen bedingen. So wird für eine Telegraphenleitung in Ostindien ein Eisendraht von über $1/4$ Zoll Dicke angefertigt, weil man fürchtet, daß sich die dort heimischen Affen mit besonderer Vorliebe der Telegraphendrähte zu äquilibristischen Künsten bedienen könnten.

Fast allgemein befestigt man die Drähte an hölzernen, etwa 15 Fuß hohen starken viereckigen Pfählen oder runden Stangen, die in Entfernungen von 80 bis 150 Fuß eingegraben werden.

Von erster Wichtigkeit ist die möglichst vollständige Isolirung des Drahtes, damit nicht bei regniger Witterung dem Strom Gelegenheit gegeben werde, an den nassen Stangen herab in die Erde zu gelangen. Bei der ungeheuren Anzahl der Pfähle einer weiten Telegraphenleitung kann sich die geringste Nachlässigkeit in der Vermeidung von Nebenschließungen sehr empfindlich dadurch rächen, daß der erwartete Strom ganz ausbleibt.

Die beste Art, die Drähte an den Stangen zu befestigen, ist die vermittelst isolirender Glocken. Diese Glocken werden von Glas, Steinzeug, Porzellan und Gußeisen gemacht. Die eisernen Isolirglocken haben die in Fig. 470 im Durchschnitt und in der Außenansicht dargestellte Einrichtung. a die gußeiserne Glocke, die vermittelst eines angegossenen Lap-

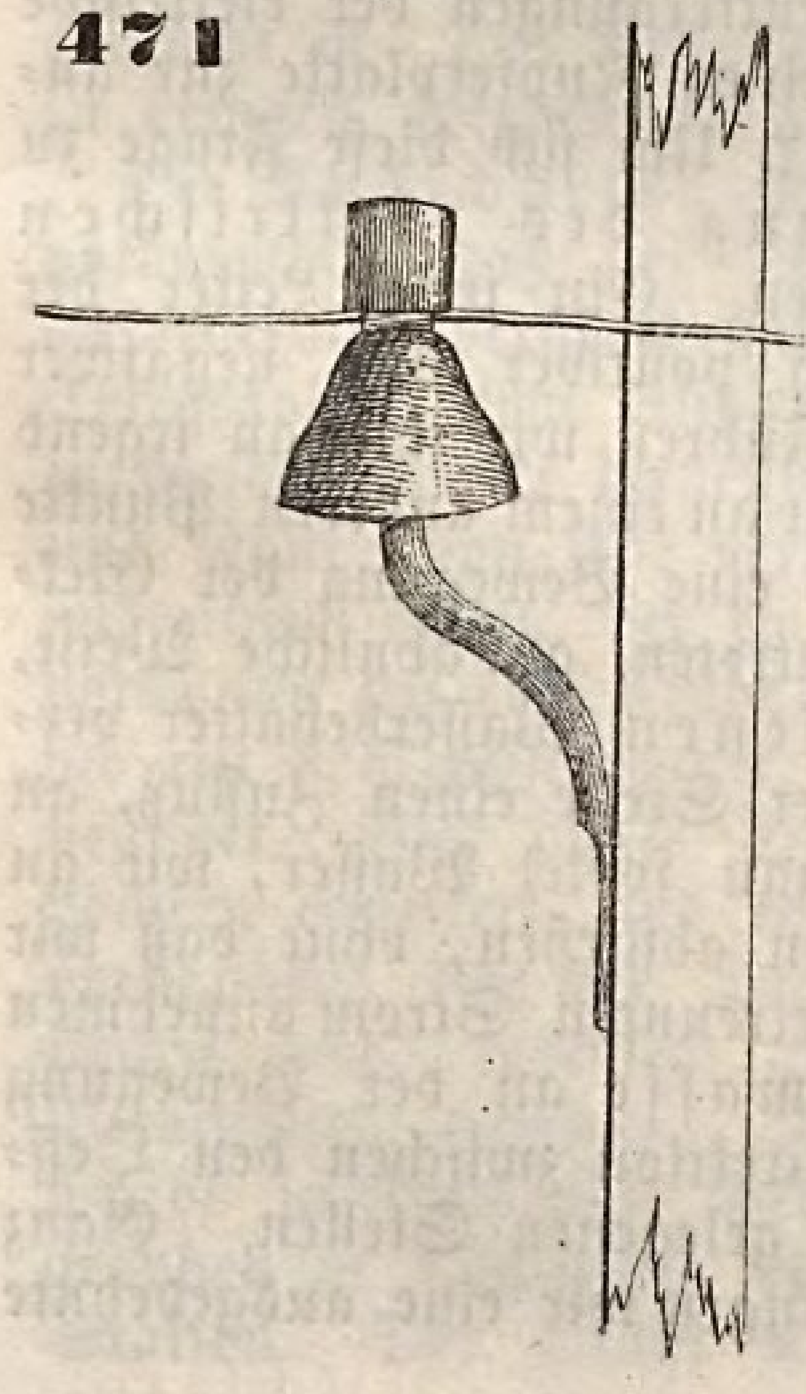
470



pens an die Stange geschraubt wird. Im Innern der Glocke ist ein eiserner Haken b vermittelst einer porzellanenen Kapsel befestigt, indem sowohl diese Kapsel in den Hals der Glocke, als auch der Haken in der Kapsel mit Schwefel eingeschmolzen ist. c in der Figur ist die Porzellankapsel. Der Leitungsdraht wird ohne weitere Befestigung in den Haken b eingelegt. In größeren Entfernungen, etwa alle 2500 Fuß, wird ein recht starker Pfahl mit einem zum Befestigen des Drahtes eingerichteten Keilkopf angebracht. Es ist eine eiserne Glocke, die vermittelst einer Porzellankapsel und Schwefel auf einem eisernen Knie befestigt ist, und oben im Halse ein viereckiges, ganz durchgehendes Loch hat. Das letzte Ende des anzuziehenden Drahtes wird durch das Loch genommen, dann vermittelst einer Winde sehr stark angezogen und nun in dem Loche nebst dem ersten Ende des folgenden Drahtstückes mittelst eiserner Keile festgekeilt. Die beiden vorstehenden Drahtenden werden dann mittelst einer der gleich näher zu beschreibenden Muttern verbunden.

Die Isolirung beruht darauf, daß einentheils das Porzellan und der Schwefel den inneren Haken vollkommen isolirt, und daß auch bei dem stärksten Regen die innere Seite der Glocke trocken bleibt.

471



Fast noch besser als eiserne sind porzellanene Isolirungsglocken von der in Figur 471 abgebildeten Einrichtung. Die mittelst Schwefel auf einem eisernen Knie befestigte Glocke von Porzellan hat am Halse eine vertiefte Rille, in welche der Leitungsdraht in einer oder zweimaliger Umwindung gelegt wird.

Um die Enden der Drahtstücke zu vereinigen, was häufig durch bloßes Zusammendrehen geschieht, dienen viel bessere eiserne Muttern, Figur 472, mit einem rechten und einem linken Schraubengewinde, in welche die mit entsprechenden Schraubengewinden versehenen Drähte eingeschraubt werden.

Es ist in Preußen der Versuch gemacht, die Leitungsdrähte in die Erde zu legen, und

472



sie zu dem Ende mit einer isolirenden Hülle von Guttapercha zu umgeben. Dieser sehr kostspielige Versuch hat ein negatives Resultat geliefert, indem diese Substanz bei langem Verweilen in der Erde sich durchfeuchtet und aufhört, den Draht vollständig zu isoliren. Auf russischen Linien hat man daher angefangen, dem mit Guttapercha umgebenen Draht noch einen starken Ueberzug von Blei zuzufügen. Daß sich ein solcher in der Erde gut halten muß, ist nicht zu bezweifeln, doch werden die Kosten der allgemeineren Anwendung in Wege sein.

Bei der unterseeischen Telegraphenverbindung zwischen Dover und Calais ist die Isolirung folgendermaßen bewerkstelligt. Vier Kupferdrähte, jeder mit Guttapercha überzogen, sind in der Mitte eines stark getheerten Hanftaues von etwa 1½ Zoll Dicke befindlich, welches wieder mit einem aus dickem verzinktem Eisendraht zusammengedrehten Drahtseil umgeben ist, wodurch Beschädigungen durch scharfe Steine oder Klippen vermieden werden.

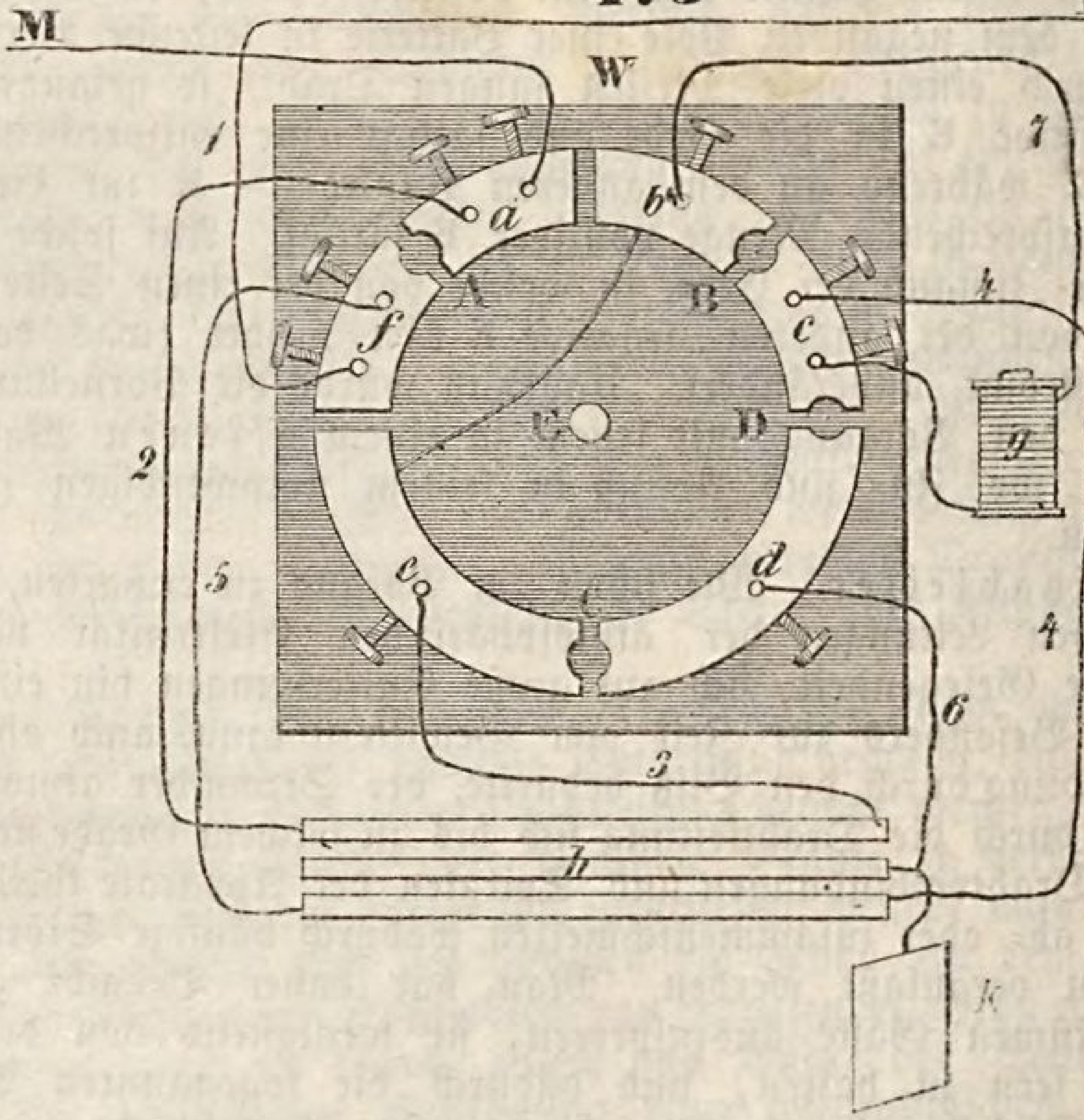
Die Erdleitung. Von Steinheil wurde, wie schon oben erwähnt, die eben so interessante wie wichtige Entdeckung gemacht, daß die feuchte Erde vollkommen gut statt einer Drahtleitung benutzt werden kann. Statt also zwei Stationen durch zwei parallele Drähte zu verbinden, deren einer den Strom hin-, der andere ihn zurückleitet, wendet man nur einen Draht an und benutzt statt des anderen die Erde. Zu dem Ende wird an jeder End-Station ein Kupferblech von bedeutender Größ ein die feuchte Erde gegraben, und an dieses Blech das Ende des Leitungsdrahtes gelöthet. Die vollständige Anordnung einer telegraphischen Leitung mit Benutzung der Erde ist aus der Fig. 460 zu ersehen, woselbst die Erklärung auch schon gegeben ist. Die Kupferbleche sind unerläßlich, um der feuchten Erde eine möglichst große Berührungsfläche darzubieten und den Strom an dieser Stelle nicht zu schwächen. Trotz der so außerordentlich geringen Leitungsfähigkeit des Wassers verursacht dennoch die feuchte Erde in Folge des sogut wie unermeßlich großen Querschnittes einen so geringen Widerstand, daß frühere Beobachter, so namentlich Breguet ihn = 0 annahmen. Neuere Untersuchungen von Baumgartner stimmen zwar damit nicht überein, ergeben aber doch einen sehr geringen Widerstand, der, je nach der Natur des Terrains zwischen 3.14, 4.70 und 6.98 Mal geringer ist als der eines eben so langen Kupferdrahtes von 1 Linie Dicke. Man begegnet hinsichtlich der Erdleitung häufig der Frage, wie es denn denkbar sei, daß bei sehr großen Entfernungen der elektrische Strom seinen Weg durch die Erde von der einen Kupferplatte zur anderen finden könne, ohne jemals fehlzuschießen? Um sich diese Frage zu beantworten, muß man von der Bewegung des elektrischen Stromes sich eine klare Vorstellung machen. Ein jeder Leiter der Elektrizität ist mit elektrischem Fluidum, d. h. positiver und negativer Elektrizität im neutralen Zustande beladen. Führen wir ihm an irgend einem Punkte z. B. positive E zu, während wir an einem anderen Punkte der positiven E einen Abzug gestatten, so wird eine Bewegung der Elektrizität von dem einen zum anderen Punkte eintreten, auf ähnliche Weise, wie es sich mit einem sehr großen geschlossenen Wasserbehälter verhalten würde, in welchen man an irgend einer Stelle einen Zufluß, an einer anderen einen Abfluß veranstaltete. Genau soviel Wasser, wie an der einen Stelle zufließt, wird an der anderen abfließen, ohne daß wir einen separaten, von der übrigen Wassermasse getrennten Strom annehmen dürften; es wird die gesammte Wassermasse an der Bewegung Theil nehmen, die freilich in der geraden Direktion zwischen den Oeffnungen lebhafter sein wird, als an den seitab gelegenen Stellen. Ganz ähnlich verhält es sich mit der Elektrizität. Bringen wir eine ausgedehnte

Erdmasse an einem Punkte mit dem positiven Pole, an einem anderen Punkte mit dem negativen Pole einer Batterie in leitende Berührung, sei es auch durch einen viele Meilen langen Draht, so gelangt an einem Punkte positive E in die Erde und sättigt eine entsprechende Menge negativer E, während an dem anderen Punkte — E zur Erde strömt, und eine entsprechende Menge positiver E sättigt. Auf solche Art bleibt der neutrale Zustand der Erde, in welche von der einen Seite positive E einströmt, von der anderen negative E ein-, oder (was dasselbe ist) positive abströmt, unverändert. Ungenau würde die Vorstellung werden, wollte man den Vorgang mit jenem in einem offenen Wasserbehälter vergleichen, wo Zu- und Abfluß in keinem nothwendigen Zusammenhange stehen.

Der Blitzableiter. Wie schon im Voraus zu erwarten, bieten die telegraphischen Leitungen der atmosphärischen Elektrizität häufig eine willkommene Gelegenheit, sich auf große Entfernungen hin einen Abfluß zu suchen. Besonders zur Zeit von Gewittern kann, auch ohne daß es einer Entladung durch den Blitz bedürfte, der Strom der atmosphärischen Elektrizität durch die Drahtleitung sich bis zu solchem Grade steigern, daß die feinen Drahtverbindungen und Spiralen der Apparate theils verbrennen, theils ab- oder zusammenschmelzen, wodurch häufige Störungen und Reparaturen veranlaßt werden. Man hat daher Bedacht genommen, diese ungestümen Gäste auszusperren, sie wenigstens von den zarteren Apparaten fern zu halten, und dadurch die sogenannten Blitzableiter erfunden. Dieselben beruhen auf dem großen Unterschiede in der Spannung der atmosphärischen und der galvanischen E. Bei der ersteren besitzt die Spannung einen solchen Grad, daß sie mit Leichtigkeit auf geringe Entfernungen überspringt, was bei der letzteren nie der Fall ist. Wenn daher die in einer Station zusammenkommenden Enden einer Drahtleitung, zwischen welchen nun die feineren Verbindungsdrähte den galvanischen Strom durch das Relais des Telegraphen leiten, einander sehr nahe gebracht und mit Spitzen versehen werden, so entladet sich zwischen diesen die atmosphärische E, ohne den langen Weg durch den feinen Draht des Relais zu nehmen. Wirksamer noch als Spitzen haben sich sehr nahe gebrachte Platten von Kupfer oder Gußeisen erwiesen, deren drei in sehr geringer Entfernung von einander, aber ohne sich zu berühren, befestigt werden und deren mittlere mit der Erde in leitende Verbindung gebracht ist. Die Art, einen Blitzableiter mit der Leitung in Verbindung zu bringen, werden wir sogleich in Fig. 473 beschreiben.

Der Ausschalter. Es ist für den praktischen Betrieb der Telegraphie nothwendig, daß der Telegraphist auf leichte und schnelle Art, je nach Erforderniß, verschiedenartige Verbindungen zwischen den Leitungen, Telegraphen, dem Blitzableiter, der Erde u. s. w. herstellen könne. Die zu diesem Zwecke dienenden kleinen Apparate werden Ausschalter genannt und können von sehr verschiedener Einrichtung sein. In Fig. 473 sehen wir einen solchen, der zu fünf verschiedenen Funktionen dient. Es ist ein horizontal auf dem Tische des Telegraphisten befestigtes Brett, auf welchem sich ein hoch aufstehender, an 6 Stellen durchschnittener Ring von Messing befindet. Vier dieser Durchschnitte, nämlich A, B, C, D sind zu runden Löchern erweitert, und es ist ein kleiner messingener Konus oder Stöpsel vorhanden, den der Telegraphist beliebig in das eine oder andere Loch stecken kann, wodurch alsdann die betreffenden Bogenstücke in leitende Verbindung kommen. Außerdem sind die Stücke b und e durch einen Draht in bleibender Verbindung. g sei das Relais, welches den Telegraphen in Thätigkeit setzt, h der Blitzableiter und k die Erdplatte dieser Station. Der Draht M komme von einer anderen Station, als welche

473



wir beispielshalber die Station Minden annehmen wollen, während wir uns mit dem Ausschalter auf der Station Wunstorf befinden; der Draht H aber gehe von Wunstorf nach Hannover. Es sind nun 5 Stellungen möglich:

1. Der Stöpsel wird bei A eingesteckt; dadurch wird die Mindener mit der Hannoverschen Leitung direkt verbunden, die Station Wunstorf aber ausgeschaltet; denn der von M kommende Strom geht in das Stück a, dann durch den Stöpsel nach f und durch den Draht 1 weiter nach H; zwar ist ihm noch ein zweiter Weg durch das Relais und den Blitzableiter offen, er wird aber jedenfalls den ersten als den kürzeren Weg wählen.

2. Der Stöpsel wird bei B eingesteckt. Stellung bei Gewittern; hier geht der Strom durch den Blitzableiter, aber nicht in die Erde, auch nicht durch das Relais; Minden und Hannover können also ungehindert mit einander sprechen. Der Strom von M geht durch a in den Draht 2, in die obere Platte des Blitzableiters, dann durch den Draht 3 nach e, von hier nach b, dann durch den Stöpsel nach c, darauf durch 4 nach der unteren Platte des Blitzableiters, sodann durch 5 nach dem Stück f, endlich durch 1 nach H.

3. Der Stöpsel bei C eingesteckt. Hannover und Wunstorf können miteinander sprechen, Minden aber ist ausgeschaltet, jedoch mit der Erde in Verbindung, so daß der Mindener Strom keine Unterbrechung erleidet; nämlich der Strom von M geht durch a, 2, den Blitzableiter, 3, e, den Stöpsel, d und 6 in die Erde. Der Strom von H aber durch 1, f, 5, den Blitzableiter, 4, c, g, 7, b, e, den Stöpsel, d, 6 in die Erde und so nach Hannover zurück. Zwar kann der Strom auch, wie man leicht sieht, über Minden gehen, er wird aber jedenfalls den kürzeren Rückweg vorziehen.

4. Der Stöpsel bei D: Wunstorf und Minden sprechen mit einander, Hannover ist ausgeschaltet, aber so, daß der Hannoversche Strom in die Erde geht und keine Unterbrechung erleidet. Nämlich der Strom von H

geht durch 1, f, 5, den Blitzableiter, 4, c, den Stöpsel, d und 6 in die Erde. Der Strom von M durch a, 2, den Blitzableiter, 3, e, b, 7, g, c, den Stöpsel, d und 6 in die Erde, und so nach Minden zurück.

5. Der Stöpsel in keines der vier Löcher, sondern blos zur Aufbewahrung in das Loch E gesteckt. Gewöhnliche Stellung, bei welcher alle drei Stationen einen und denselben Strom empfangen, also alle drei Telegraphen zusammen arbeiten. Der Strom von M geht durch a, 2, den Blitzableiter, 3, e, b, 7, g, c, 4, den Blitzableiter, 5, f und 1 nach H, von wo er durch die Erde nach M zurückkehrt.

Das Telegraphiren auf sehr große Entfernungen. Es liegt zwar theoretisch nicht in der Unmöglichkeit, mittelst eines Stromes von großer Intensität auf die größten Entfernungen hin direkt zu telegraphiren, aber ein so stark gespannter Strom würde durch unvermeidliche Nebenschließungen auf dem weiten Wege zu stark geschwächt werden, und schwerlich das Ziel erreichen. Man benutzt daher in solchen Fällen die Methode der Uebertragung. Gesetzt, es solle eine Depesche von Berlin nach Paris telegraphirt werden. Diese Entfernung ist für einen direkten Strom zu groß. Man trifft daher die Einrichtung, den Weg in mehrere Stationen zu zertheilen, z. B. Berlin — Hannover — Köln — Brüssel — Paris. Die Depesche geht also zuerst von Berlin nach Hannover, von da nach Köln u. s. w. Dieser Uebergang von der einen zur anderen Station geschieht aber nicht auf gewöhnliche Art durch den Telegraphisten, der die Depesche empfängt, liest, und weiter telegraphirt, sondern ganz allein durch einen besonderen Uebertragungsapparat, der an dem Morse'schen Telegraphen angebracht ist, wodurch derselbe zugleich als Schlüssel für die nächste Station wirkt. So wie nämlich der Hebel desselben eine Bewegung macht, um ein Zeichen zu geben, so tritt, gerade wie bei dem gewöhnlichen Schlüssel, eine Spitze mit einem Knöpfchen in Berührung, wodurch der Strom der Leitungsbatterie angeknüpft und der Telegraph der dritten Station in Bewegung gesetzt wird, welcher seinerseits einen neuen Strom nach der darauf folgenden Station sendet. — Durch häufige Uebertragung freilich leidet die Deutlichkeit der Zeichen, und man ist daher genöthigt, langsamer als sonst üblich zu telegraphiren.

Einleitung einer telegraphischen Korrespondenz. Hat der Telegraphist einer Station einer anderen derselben Telegraphenlinie eine Mittheilung zu machen, so beginnt er damit, sie zu rufen, indem er den Anfangsbuchstaben ihres Namens wiederholt telegraphirt. Sämmtliche Telegraphen der Linie gerathen nun in Aktivität und machen denselben Buchstaben, der sich durch das klappernde Geräusch einem geübten Ohre sogleich zu erkennen gibt. Nur der Telegraphist der gerufenen Station nimmt Notiz von dem Rufe, alle übrigen kümmern sich nicht darum, weil sie wissen, daß die Mittheilung ihnen nicht gilt. Die gerufene Station antwortet durch ein mehrmals wiederholtes i, d. h. „ich bin bereit" und durch einmalige Angabe ihres Buchstabens, zugleich setzt sie das Uhrwerk ihres Telegraphen in Gang. Hierauf macht die sprechende Station eine längere Reihe von Punkten, welche dazu dienen, daß der empfangende Telegraphist sich von der richtigen Stellung seines Relais und Telegraphen überzeugen und nöthigenfalls durch Anspannung oder Nachlassen der Spannfedern nachhelfen könne. Nach dieser Punktirung folgt sodann der Name der gerufenen und jener der sprechenden Station, und hierauf die Depesche. z. B. Hannover habe nach Minden zu sprechen, so beginnt es mit

dem Ruf —— —— —— —— —— (Minden)
Antwort ·· ·· ·· ·· ·· —— (ich bin bereit. Minden)

Depesche .... —— ·|·— .... (Minden von Hannover) und dann die Depesche.

Die Geschwindigkeit des elektrischen Stromes. — Es sind von mehreren Physikern zur Beantwortung dieser schwierigen Frage Untersuchungen angestellt, welche zu den folgenden Ermittelungen führten. Wheatstone fand den Strom der Reibungselektrizität in einem Kupferdraht = 288000 engl. oder 61540 Pr. Meilen in der Sekunde. Nach von Walker und Gould auf der 1045 engl. Meilen langen Telegraphenlinie von Washington nach St. Louis angestellten, anscheinend viel Vertrauen verdienenden Versuchen ist die Geschwindigkeit des galvanischen Stromes in einem Eisendraht von 3 Millimeter Durchmesser 15890 engl. oder 3395 pr. Meilen. Weniger Vertrauen verdienen die Angaben von Fizeau und Gounelle, nach welchen die Geschwindigkeit in einem Eisendraht von 4 mm. Durchmesser 13500 pr. Meilen, in einem Kupferdraht von 2½ mm. Durchmesser dagegen 22970 pr. Meilen betragen soll. Nach Mitchel's ebenfalls zweifelhaften Angaben ist sie = 6090 pr. Meilen.

Der außerordentliche Unterschied der Wheatstoneschen und Walkerschen Angaben liegt ohne Zweifel in dem verschiedenen Verhalten der Reibungs- und Berührungselektrizität. Für die Telegraphie würde also die Geschwindigkeit von 3395 pr. Meilen in der Sekunde in Betracht kommen, eine Geschwindigkeit, die für gewöhnlicher vorkommende Entfernungen verschwindend klein wird. Der Weg z. B. von Wien nach Paris von etwa 250 Meilen würde von dem elektrischen Strome in $^1/_{14}$ Sekunde zurückgelegt werden.

Elemi, ein Harz, welches aus Einschnitten fließt, die man bei trockener Witterung in die Rinde der Amyris elemifera, eines in Südamerika wachsenden Baumes, macht. Es kommt zu uns in gelben durchscheinenden Klumpen, welche schon durch die Wärme der Hand erweicht werden, hat einen aromatischen Geruch, einen erwärmenden gewürzhaften Geschmack, und enthält 12½ Prozent ätherischen Oeles. Man gebraucht es als Zusatz zu Firnissen, welchen es eine gewisse Zähigkeit verleiht.

Elfenbein, bezeichnet ursprünglich nur die Substanz der langen Stoßzähne des Elephanten, doch wird das Wort auch auf viele ähnliche harte und dichte knochenartige Körper ausgedehnt, so auch auf die übrigen Zähne des Elephanten, die Stoßzähne des Flußpferdes, des Ebers und des Walrosses, den langen Narwalzahn u. a.

Die Elephantenzähne sind, ausgewachsen, 7 bis 8, ausnahmsweise selbst bis 10 Fuß lang, und 160 bis 170 Pfund, gewöhnlich aber nur etwa 100 Pfund schwer. Es kommen im Handel auch ganz kleine vor, die nur 2 Pfund wiegen. Jeder Zahn hat von der Wurzel an eine etwa 1½ Fuß tiefe Höhlung; junge Zähne sind fast bis zur Spitze hohl. Man schätzt die großen verhältnißmäßig weit mehr als die kleinen, sieht aber besonders darauf, daß sie so gerade wie möglich, von wenig tief hineingehender Höhlung, recht dick, dabei von recht weißer Farbe sind.

Die ostindischen Zähne sind im Allgemeinen kleiner als die afrikanischen, werden aber dennoch vorgezogen, weil das Elfenbein derselben nicht so leicht gelb werden soll. Man hat bei der Beurtheilung der Zähne besonders auch darauf zu sehen, ob etwa tiefer in ihre Substanz hineingehende Sprünge zu bemerken sind, oder ob abgebrochene Splitter ein mattes glanzloses Ansehen darbieten.

Elfenbein ist eine weiße oder gelblich weiße, sehr dichte, harte, elastische, in dünnen Blättchen mehr, als Papier von gleicher Stärke, durchschei-

nende Masse, die, zumal das eigentliche Elfenbein, auf angeschliffenen Flächen eigenthümlich zartstreifige, oder gestrickt faserige Abzeichnungen darbietet. Die Stoßzähne des Elephanten sind äußerlich mit einer weicheren, weniger kompakten Rinde überzogen; ebenso ist auch die innere, bis zu einer gewissen Weite hineinreichende Höhlung mit einer braunen, ziemlich weichen Kruste ausgekleidet. Die Walroßzähne im Gegentheil besitzen äußerlich ein steinartiges Email von solcher Härte, daß es am Stahle Funken gibt. Die Narwalzähne, oft von 10 Fuß Länge und darüber, kommen dem Elfenbein der Elephantenzähne ziemlich nahe, doch ist die Masse ein wenig härter, und nimmt eine noch schönere Politur an, steht aber gleichwohl niedriger im Preise.

Die Bestandtheile des Elfenbeins sind im Allgemeinen dieselben, wie die aller Knochen: es besteht zu $^3/_4$ aus phosphorsaurem, und ein wenig kohlensaurem Kalk, und $^1/_4$ Gallerte.

Von gewöhnlichen Knochen ist Elfenbein durch die eigenthümliche Durchscheinbarkeit und die schon erwähnten, fein rhomboëdrisch netzförmigen Abzeichnungen leicht zu unterscheiden, die auf dem Querschnitt des Elfenbeins deutlich bemerkbar sind.

Lange Zeit der Luft exponirt, nimmt Elfenbein eine schmutziggelbe oder gelblichbraune Farbe an, die sich größtentheils dadurch beseitigen läßt, daß man die Oberfläche mit Bimsstein und Wasser abreibt, das Stück unter eine Glasglocke bringt, und in die Sonne stellt. Dieselbe Behandlung kann dann noch einige Mal wiederholt werden.

Die Anwendungen des Elfenbeins sind sehr mannichfaltig: so dient es zu zahlreichen Drechslerarbeiten, als Billardbällen, Fingerhüten, Verzierungen an Holzarbeiten, zu Messer- und Gabelheften, zu Kämmen, Thermometerskalen, zu Platten für die Miniaturmalerei, zu künstlichem Schnitzwerk u. dergl. Das Walroßelfenbein wird zu künstlichen Zähnen, zum Belegen der Klaviertasten u. dergl. Gegenständen, die dem Gelbwerden nicht unterliegen dürfen, gebraucht.

Beabsichtigt man schwarze oder auch anders gefärbte Zeichnungen auf Elfenbein hervorzubringen, so geschieht dieß am besten durch Aetzen. Zu dem Ende bereitet man sich zuvörderst einen Aetzgrund aus 2 Loth weißem Wachs, ebensoviel Mastix in Thränen, und 1 Loth Asphalt. Mastix und Asphalt werden, jedes für sich, zu feinem Pulver zerrieben, das Wachs geschmolzen und nun zuerst das Mastix, demnächst das Asphalt allmälig eingestreut, und durch Rühren in dem Wachse aufgelöst. Haben sich die drei Theile zu einer homogenen Flüssigkeit verbunden, so schüttet man sie in lauwarmes Wasser, formt sie während des Erkaltens mit der Hand zu Stangen oder Kugeln von etwa 1 Zoll Durchmesser, und bewindet diese, nach völligem Erstarren, mit einem Stückchen Tafft. Statt des theuren Mastix kann man auch weißes Harz nehmen, das ziemlich denselben Zweck erfüllt, und weit wohlfeiler ist. Das beste Verhältniß ist in diesem Falle: 4 Loth Asphalt, 2 Loth Harz, und 1 Loth Wachs.

Hat man sich den Aetzgrund angefertigt, so überzieht man die wohlpolirte Oberfläche des Elfenbeins, das zu dem Ende ein wenig erwärmt sein muß, mit demselben, radirt die Zeichnung ein, bildet einen Rand von Wachs um die Fläche, und gießt konzentrirte Schwefelsäure darauf. Man kann hierbei, um die Einwirkung der Säure zu erleichtern, das Stück oder die Säure mäßig erwärmen. Durch Einwirkung der Säure auf die Gallerte bildet sich eine kohlige Substanz, so daß die durch das Radiren bloßgelegten Stellen nach Beseitigung des Aetzgrundes mit schwarzer Farbe erscheinen. Wo es nicht auf besondere Sauberkeit der Zeichnung ankommt, kann auch reines Wachs als Aetzgrund dienen.

Statt der Schwefelsäure bewirkt auch eine Auflösung von salpetersaurem Silber und nachheriges Aussetzen an das Sonnenlicht eine schwarze, sehr dauerhafte Aetzung; Goldauflösung gibt Purpurroth. Nach beendigtem Aetzen nimmt man das Wachs oder den Aetzgrund mit Terpenthinöl hinweg.

Zum Färben des Elfenbeins kann man sich folgender Mittel bedienen:

1. Zu Schwarz. Soll eine in Elfenbein ausgeführte Arbeit im Ganzen schwarz gefärbt werden, so kocht man sie einige Zeit in einer durchgeseihten Abkochung von Blauholz, und legt sie darauf in eine Auflösung von schwefelsaurem oder essigsaurem Eisenoxyd. — Um einzelne Zeichnungen, Linien u. dergl. in Schwarz hervorzubringen, bedient man sich einer etwas verdünnten Auflösung von salpetersaurem Silber, womit man mittelst eines Pinsels oder einer Gänsefeder die Zeichnung macht; worauf das Stück dem Sonnenlicht exponirt wird.

2. Blau. Durch kurzes Eintauchen in eine verdünnte schwefelsaure Indigauflösung.

3. Gelb kann auf verschiedene Weise hervorgebracht werden. Man legt das Stück einige Minuten lang in Wasser, welchem eine kleine Menge salzsaurer Zinnauflösung zugesetzt worden, hierauf in heißen, durch Leinwand filtrirten Gelbholzabsud. Setzt man dem Gelbholz etwas Fernambukspäne zu, so wird die Farbe orange. Ein sehr dauerhaftes Gelb entsteht, wenn das Elfenbein etwa ¼ Stunde lang in eine Auflösung von Bleizucker, hierauf ebenso lange in eine Auflösung von chromsaurem Kali gelegt wird.

4. Roth. Zerriebene Kochenille wird mit Essig gemischt und darin das Elfenbein eine kurze Zeit, einige Minuten, gekocht. Statt der Kochenille bedienen sich einige Drechsler auch des theurern Karmins. Das so erhaltene Roth spielt in Purpur. Ein schönes lebhaftes Roth entsteht, wenn man Elfenbein einige Minuten lang in stark verdünnte Zinnauflösung, und sodann in kochend heißes Dekokt von Fernambuk einlegt. Durch Zusatz von etwas Gelbholz geht die Farbe in Scharlach über. Wird das auf die angegebene Art roth gefärbte Elfenbein in eine sehr verdünnte Pottaschenlösung gelegt, so geht die Farbe in Kirschroth über.

5. Violett. Man färbt zuerst roth und taucht sodann auf einen Augenblick in Indigauflösung; oder durch Beizen mit sehr verdünnter Zinnlösung und nachheriges Einlegen in eine heiße Blauholz-Abkochung. Legt man das so gefärbte Elfenbein in Wasser, dem einige Tropfen Salpetersäure zugefügt wurden, so entsteht Purpurroth.

6. Grün kann entweder durch aufeinanderfolgendes Gelb- und Blaufärben entstehen, oder indem man das Elfenbein einige Stunden in eine ziemlich gesättigte Auflösung von chromsaurem Kali legt, und es dann längere Zeit dem Sonnenlicht darbietet. Dunkelbläulich grün.

Sollten, wie z. B. bei Billardbällen, weiße Streifen auf gefärbtem Grund erscheinen, so legt man ein mit Wachs getränktes Band um die Kugel, bewickelt es noch außerdem mit Bindfaden, und färbt den Ball, wobei die gewichsten Stellen weiß bleiben. Sollte sich die Farbe doch etwas in den weißen Streif gezogen haben, was leicht geschieht, so nimmt man durch vorsichtiges Schaben die Farbe weg.

Es ist noch zu erwähnen, daß alle Farben auf unpolirtem Elfenbein weit besser haften, als auf polirtem, weßhalb man die Politur erst nach dem Färben gibt. Es geschieht dieß durch Reiben mit Seife und Wiener Kalk mit der nackten Hand. Man darf beim Färben die Kochungen nie zu lange fortsetzen, weil das Elfenbein dabei leicht Sprünge bekommt, und legt die Stücke, sowie sie aus der Flüssigkeit kommen, zum raschen Abkühlen in kaltes Wasser.

Elfenbeinschwarz, wird genau auf dieselbe Art wie gewöhnliches Beinschwarz (m. s. diesen Artikel) bereitet. Im Kleinen geschieht das Glühen in einem hessischen Schmelztiegel. Es zeichnet sich durch eine sehr reine, tief schwarze Farbe aus, ohne allen Stich ins Bräunliche oder Bläuliche. Es wird hauptsächlich in der Oelmalerei gebraucht; sehr oft aber durch gewöhnliches Beinschwarz verfälscht, weßhalb man, um diesem Betruge zu entgehen, am besten thut, es sich selbst zu bereiten.

Email (Schmelzglas). Eine strenge Unterscheidung zwischen Glas und Email ist schwerlich durchzuführen. Im Allgemeinen versteht man unter dem letzteren Worte solche leichtflüssige und durch Metalloxyde gefärbte Glasflüsse, die besonders zum Ueberziehen feiner Metall-, besonders Gold- und Kupferarbeiten gebraucht werden.

Das beste Email wird noch jetzt in Venedig gemacht und von da in allen Sorten fast nach allen Ländern Europa's versandt.

Man unterscheidet das Email in durchsichtiges und opakes oder undurchsichtiges. Bei ersterem sind sämmtliche Bestandtheile in vollständige Schmelzung übergegangen; bei letzterem wird durch Zusatz von Zinnoxyd, Knochenasche oder anderen, nicht zum Schmelzen kommenden Substanzen dem Glase die verlangte milchige Trübung oder Undurchsichtigkeit ertheilt.

Als Basis der meisten Emailsorten dient ein durch reichlichen Zusatz von Bleioxyd, zuweilen auch durch Borax oder andere Flußmittel leichtflüssig gemachtes Glas; z. B. 3 Gewichtstheile Krystallglas (zerbrochene Gläser, Schalen u. dergl.), 1 Theil gebrannter Borax und $^1/_4$ Theil Salpeter. Daß übrigens die Zusammensetzung dieser Masse tausendfältige Abänderungen zuläßt, ist einleuchtend, doch darf nie die Eigenschaft eines guten Emails, nämlich hinreichende Leichtflüssigkeit, um, ohne gerade allzudünnflüssig zu werden, dennoch schon in mäßiger Glühhitze eine wohlgeflossene Oberfläche zu bilden, außer Acht gelassen werden; denn die Masse soll nicht eigentlich zum vollständigen Fluß kommen, sondern nur eine weiche teigige Konsistenz annehmen, in deren Folge sich das auf die Metallfläche aufgetragene pulverförmige Email zu einem zusammenhängenden Ueberzuge vereinigt, der nach dem Erkalten ganz das Ansehen hat, als wäre er völlig flüssig gewesen.

Die hauptsächlichsten Sorten sind folgende:

Opakes weißes Email. 10 Theile sehr reines Blei und 4 bis 5 Theile des feinsten Zinnes werden zusammengeschmolzen, in einem eisernen, oder besser thönernen flachen Schälchen unter einer Muffel unter häufigem Umrühren gelinde geglüht, wobei sich die Metalle sehr bald in ein gelblich weißes Pulver, Gemeng von Zinnoxyd und Bleioxyd, verwandeln. Von diesem Oxyd werden 20 Theile mit 10 Theilen feinem eisenfreien Sand, Feuerstein- oder Quarzmehl und 8 Theilen gereinigter Pottasche in einem hessischen Tiegel zusammengeschmolzen. Je nachdem das Email weniger undurchsichtig, vielleicht nur milchig getrübt erscheinen soll, wird die Menge des Zinns verringert.

Blaues Email. Die blaue Farbe wird durch Kobaltoxyd erzielt, welches man theils unrein als Zaffer, theils auch als gereinigtes Kobaltoxyd aus dem Handel beziehen kann. Da sich Kobaltblau nicht sonderlich mit einem starken Bleigehalt verträgt, so ist die eben gegebene Vorschrift zur Bereitung der Basis hier durchaus passend. Die Menge des Kobaltoxydes bedingt die Intensität der Farbe. Zu Himmelblau wird weißes opakes Glas durch wenig Kobaltoxyd gefärbt.

Gelbes Email. Gelb läßt sich auf vielfache Art hervorbringen, fällt aber selten sehr rein und gleichförmig aus; so liefern mehrere Silberpräparate, als schwefelsaures und phosphorsaures Silberoxyd ein

brauchbares, aber leicht mißlingendes Gelb. Besser ist folgender Satz: 1 Theil Antimonoxyd, 2 Theile Bleiweiß, 1 Theil Alaun und 1 Theil Salmiak. Diese Ingredienzien, einzeln pulverisirt, dann gemengt und geglüht, geben eine dem Neapelgelb analoge Farbe, die mit dem oben gegebenen Schmelzglas gemengt als gelbes Email dient. Das so erhaltene Gelb ist jedoch kein lebhaftes reines. Uranoxyd gibt ein ins Grünliche spielendes, bei Kerzenlicht aber fast grau erscheinendes Gelb.

Wenn man schon fertig angeschmolzenes weißes Email mit einer dünnen Schicht reinen Silberoxydes bedeckt, es dann einer gelinden Glühhitze aussetzt und nach beendigtem Glühen die feine Haut von metallischem Silber, die sich zu oberst erzeugt, hinwegnimmt, so findet man das Email darunter, freilich nur oberflächlich, schön gelb gefärbt. Das Silberoxyd muß hierbei ganz ohne Flußmittel angewandt werden, indem es sonst nicht möglich sein würde, das metallische Silber von der gefärbten Fläche abzureiben.

Grünes Email. Grün läßt sich bekanntlich durch Mischung von Gelb und Blau herstellen; doch wird hiervon bei der Emailbereitung selten Gebrauch gemacht, weil man auf direktem Wege, nämlich durch Kupferoxyd und noch besser durch Chromoxyd ein sehr schönes, selbst einer starken Hitze widerstehendes Grün erhält. Nur Kupferoxyd, nicht das Oxydul, kann zu Grün gebraucht werden. Es ist als Hydrat blau, im reinen wasserfreien Zustande braunschwarz, bewirkt aber in Glasflüssen eine grüne Farbe. Man versetzt es mit einer gleichen oder der doppelten Gewichtsmenge Flußmittel, entweder Bleiglas oder auch einem bleifreien leichtflüssigen Email; mitunter wird das Verhältniß von Email noch geringer genommen und wohl ein wenig Eisenoxyd zugesetzt, gewöhnlich freilich weit größer. So z. B. nimmt man auf 4 Loth Kupferoxyd und 48 Gran Eisenoxyd wohl 4 Pfund Emailfritte. Chromgrün ist selbst in hohen Temperaturen unveränderlich und bietet insofern allerdings Vorzüge vor dem Kupferoxyd dar, allein es ist nicht immer von angenehmer Schattirung, sondern spielt gern ins Bräunlichgelbe, vielleicht in Folge einer theilweise höheren Oxydation.

Roth. Wird am schönsten mit Goldpurpur hergestellt (m. s. diesen Artikel). Da sich derselbe mit Bleioxyd nicht wohl verträgt, so ist ein bleifreier Satz, z. B. folgender: 3 Quarzsand, 1 Kreide und 3 gebrannter Borax, vorzuziehen. Ein weniger schönes, braunrothes, freilich auch wohlfeileres Roth liefert Eisenoxyd dem weißem Email zugesetzt. Kupferoxydul, welches ein vortreffliches purpurrothes Ueberfangglas liefert, kann zur Emailfabrikation nicht wohl gebraucht werden, weil es beim Umschmelzen seine Farbe zu leicht verändert.

Schwarz wird gewöhnlich durch gleiche Gewichtstheile Braunstein, Kupferoxyd und Kobaltoxyd hervorgebracht.

Braun durch Eisenoxyd.

Violett. Hierzu dient vorzugsweise Braunstein, der schon in sehr geringer Menge den Glasflüssen ein vorzüglich schönes Violett mittheilt, das theils durch Abweichungen in den Mengenverhältnissen, theils auch durch Zusatz anderer Metalloxyde vielfältig modifizirt werden kann. Es ist bei Anwendung von Braunstein besonders wichtig, ihn auf seiner Oxydationsstufe zu erhalten, und das Email sorgfältig vor der Einwirkung reduzirender Substanzen zu schützen.

Das Emailliren selbst besteht, wie oben erwähnt, darin, das vorher zubereitete Email auf Metallbleche aufzutragen und hier festzuschmelzen. Nur Kupfer und Gold eignen sich hierzu; Silber schwillt leicht auf und bewirkt eine blasige und löcherige Oberfläche des Emailüberzuges.

Das zum Emailliren bestimmte Gold muß 22karatig sein; ist es

feiner, so besitzt es zu wenig Steifigkeit; ist es dagegen sehr stark legirt, so ist es zu leichtflüssig, und kann beim Aufschmelzen des Emails Gefahr laufen, in Fluß zu kommen. Am besten verhält sich in dieser Beziehung die Legirung von 22 Theilen Gold mit 1 Theil Silber und 1 Theil Kupfer.

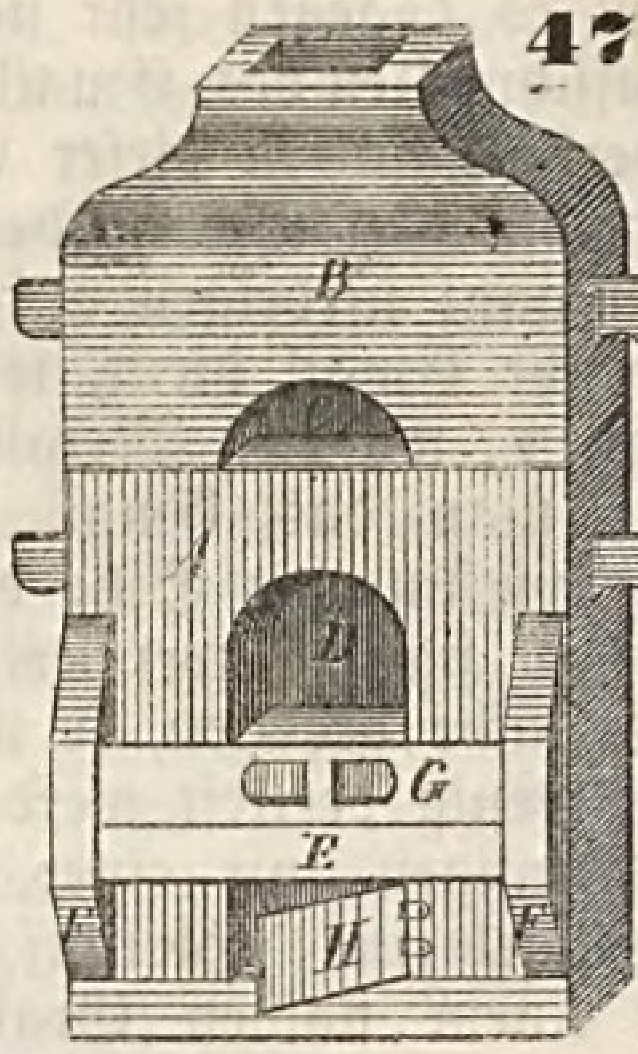
Die zu emaillirende Fläche bekommt einen ganz niedrigen, aufgebogenen Rand, der zu einer Begrenzung für das weiche Email dient, wenn dieses mit dem Spatel angedückt wird. In Fällen, wo das Metallblech nur auf einer Seite emaillirt werden soll, darf man das Email nur ganz dünn auftragen, weil eine dicke Lage bei Einwirkung der Hitze das Goldblech in die Höhe zieht, und leicht eine zu stark konvexe Krümmung bedingt. Soll das Email nicht die ganze Fläche bedecken, so müssen die zu seiner Aufnahme bestimmten Stellen ein wenig vertieft werden. Man zeichnet zu dem Ende die äußeren Begrenzungen mit einer Bleifeder vor, und gravirt sie nun mit dem Grabstichel ein. Hierauf wird die ganze, solchergestalt begrenzte Fläche mit einem flachen Grabstichel so gleichförmig wie möglich in der Tiefe ausgearbeitet, wie man sie für die Emailschicht für zweckmäßig hält. Bleiben einzelne Punkte zu wenig vertieft, so bildet das Email über ihnen eine so dünne Schicht, daß es hier leicht etwas grünlich durchscheint, denn bei Einwirkung des Emails auf das kupferhaltige Gold wird etwas Kupferoxyd mit grüner Farbe gelöst, daher man bei näherer Untersuchung der dem Metalle zunächstliegenden unteren Flächen jeder Emaillirung diese grüne Farbe wahrnimmt. Um das Email auf der Oberfläche besser haften zu machen, helfen sich einige Künstler dadurch, daß sie die Fläche mit vielen feinen, kreuzweise eingeritzten Linien versehen, oder sie mit der vorderen Kante einer gerade abgebrochenen Feile beschaben. Demnächst wird die Platte zuerst in Kalilauge gekocht, darauf mit schwachem Essig abgespült, und endlich mit ganz reinem Wasser sorgfältig abgewaschen.

Nach diesen Vorbereitungen schreitet man nun dazu, die Fläche mit einer Lage von weißem Email zu überziehen. Man zerreibt nämlich etwas weißes Email in einer Achat- oder Porzellanreibschale zu einem gröblichen Pulver, etwa wie feiner Sand, wäscht es mit Wasser und breitet es noch feucht auf dem Stücke innerhalb der vertieften Stellen, oder des aufgebogenen Randes mittelst eines Spatels aus, und sucht es dadurch noch mehr zu verdichten, daß man mit dem Spatel sanfte Schläge gegen die untere Seite des Arbeitsstückes führt.

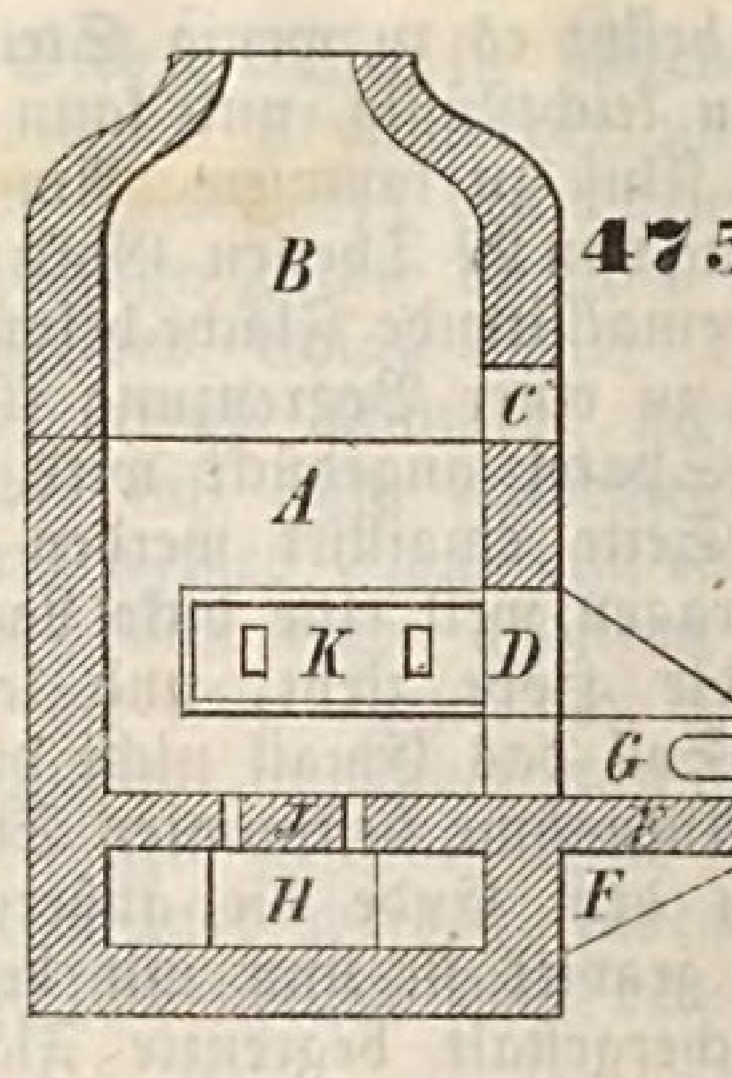
Nach dem Trocknen legt man das Ganze auf ein durchlöchertes Eisenblech, das über glühenden Kohlen erhitzt ist, läßt es hier so lange liegen, bis es zu rauchen aufhört, und bringt es nun, ohne es vorher abkühlen zu lassen, in die Muffel. Wird dieß nicht genau beobachtet, und kommt das Stück kalt in den Ofen, so bilden sich leicht Risse in dem Email, und es springt wohl gar von der Metallfläche los.

Die Einrichtung des Emaillirofens ist in Fig. 474 und 475 dargestellt. Er bildet im Querschnitt ein Quadrat und besteht aus zwei Theilen, dem unteren, A, der den Aschenfall und den Arbeitsraum umfaßt, und dem Dome B. Er kann aus Eisenblech angefertigt und mit Thon ausgeschlagen oder auch ganz aus Thon gemacht werden. Für die gewöhnlichen Zwecke reicht es hin, wenn er im Lichten 9 Zoll Quadrat, dabei 13 Zoll Höhe hat. Der Dom ist 9 Zoll hoch, dabei gibt man den Wänden des Ofens eine Stärke von 2 Zoll. Die Oeffnung C bleibt beim Gebrauch entweder ganz offen, oder wird, um stärkere Glühhitze zu geben, mit einer thönernen Thür zugesetzt. Sie dient zum Aufgeben von Brennmaterial und zur Beobachtung des Feuers. Eine zweite, und zwar die größte Offnung ist bei D, die bis auf den vorspringenden Sims E herabreicht, der durch zwei Konsolen F die nöthige Unterstützung erhält.

474



475



In die Oeffnung D wird ein beweglicher thönerner Schieber G eingelegt, der bis zum vorderen Rande des Simses E und mit dem hinteren Ende bis zur Innenseite des Ofens reicht, und den Sims sowohl, wie die untere Seite der Oeffnung der ganzen Breite nach bedeckt. H, Thüren zum Aschenfall, an jeder der vier Seiten des Ofens.

In gleicher Horizontalebene mit dem äußeren Gesimse befindet sich der thönerne Boden J, der als Rost dient, und zu dem Ende mit vielen kleinen Löchern durchbrochen ist. Einen Haupttheil des Apparates bildet die Muffel, in welche die Arbeitsstücke eingesetzt werden. Diese ist aus Thon so dünn wie möglich gearbeitet und hat eine parallelepipedische, oben zylindrisch gewölbte Form, und an jeder Seite zwei Oeffnungen oder Fensterchen. Fig. 475 zeigt bei K den vertikalen Längendurchschnitt der Muffel. Sie wird in die Oeffnung D eingeschoben und ruht auf zwei eisernen Querstangen, oder noch besser thönernen Balken, die ihrerseits wieder auf Vorsprüngen an den inneren Seitenwänden des Ofens liegen. Als Brennmaterial verdient trockenes Buchenholz, oder auch Espenholz in etwa 1 Zoll dicken und 9 Zoll langen Scheiten oder auch Aesten den Vorzug; man füllt damit den Raum unter der Muffel in horizontalen Schichten an und bedeckt diese noch mit einer Schichte Holz. Wenn nun nach fortgesetztem Feuern die Muffel bis zur Weißglühhitze gekommen ist, so wird das heiße Eisenblech sammt dem darauf liegenden Stück, wovon bereits oben die Rede war, mit einer Zange in die Muffel eingebracht und allmälig weiter hineingeschoben. Man legt jetzt ein paar große Stücke Holzkohle in die Mündung der Muffel, um die Hitze im Innern mehr zusammenzuhalten, läßt aber doch einen Zwischenraum frei, um bequem den Fortgang der Schmelzung beobachten zu können. Sobald man bemerkt, daß das Email weich zu werden anfängt, dreht man das Blech mit dem darauf liegenden Arbeitsstück horizontal, so daß bald die eine, bald die andere Seite der Hinterwand der Muffel zugekehrt ist, und alle Theile gleiche Hitze bekommen, und sobald die ganze Emailfläche gleichmäßig zur Schmelzung gekommen ist, zieht man das Blech allmälig, um Sprünge durch zu rasche Abkühlung zu vermeiden, aus dem Ofen.

Hat sich das Stück endlich völlig abgekühlt, so wäscht man es mit sehr verdünnter Salpetersäure und darauf mit kaltem Wasser ab, trägt eine neue Lage Emailpulver auf, bringt das Stück in den Ofen zurück, um die zweite Emaillage zum Schmelzen zu bringen, kühlt wieder ab, wäscht und bringt endlich noch eine dritte Lage an, wo dann der weiße Grund die erforderliche Stärke besitzt. Zeigen sich auf der Oberfläche des Emails Risse, so werden sie mittelst des Grabstichels rinnenförmig erweitert mit

Emailpulver angefüllt, und dieses in der Muffel eingeschmolzen. Da die Oberfläche des Emails fast jederzeit kleine Unebenheiten, Runzeln u. dgl. Fehler zeigt, so wird sie zumal auf den größeren ebenen Flächen mit einem nassen Sandsteine abgeschliffen und hierauf neuerdings in den Ofen gebracht, damit die Oberfläche durch anfängliche Schmelzung die nöthige Glätte wieder erlangt.

Nunmehr folgt die Anbringung von Malereien. Die oben beschriebenen Emailfarben werden in einem Achatmörser pulverisirt, auf einem eben solchen Reibsteine mit Lavendelöl fein gerieben und in einem flachen Schälchen, das man mit einer Glasplatte oder mit Musselin leicht überdeckt, in die Sonne gestellt, damit die Farbe eine gewisse zähe Beschaffenheit annimmt, wie sie zum Malen am bequemsten ist. Die Hauptaufgabe besteht bei der Zubereitung der Farben darin, sie aufs allerfeinste zu reiben. Ein halbes Loth Farbe kann einen Arbeiter wohl einen ganzen Tag beschäftigen, bevor es den nöthigen Grad von Feinheit erlangt. Ist die Malerei mit dem Pinsel fertig ausgeführt, so wird das Stück in einem geheizten Trockenraum getrocknet, und endlich werden in der Muffel die Farben eingebrannt.

Emailliren des Eisens. Die Anwendung gußeiserner Kochgeschirre statt der thönernen oder kupfernen hat in der Neuzeit einen sehr bedeutenden Aufschwung genommen, weil solche Gefäße gegen thönerne den Vortheil ungleich größerer Dauer und Wirksamkeit (letztere wegen der größeren Wärmeleitungsfähigkeit des Eisens), gegen kupferne aber den Vorzug der Wohlfeilheit haben. Da sie aber dem Rosten unterliegen und von den Pflanzen- und Fettsäuren angegriffen werden, wodurch die Speisen eine schwärzliche Farbe, selbst einen unangenehmen tinteartigen Geschmack annehmen können, so überzieht man sie auf der Innenseite mit weißem Email. Richtig ausgeführt, ist eine solche Emaillirung nicht nur sehr dauerhaft und den in Speisen vorkommenden Säuren vollkommen widerstehend, sondern sie ertheilt durch ihre glatte, weiße, glänzende Oberfläche den Kochgeschirren ein höchst reinliches appetitliches Ansehen.

Die Hauptschwierigkeit, welche bei dieser Aufgabe zu überwinden war, lag in dem Umstande, daß sich alle Metalle, so auch das Gußeisen, bei Temperaturänderungen weit stärker ausdehnen und zusammenziehen, als glasartige Körper, daß daher bei raschem Temperaturwechsel die Glasur leicht abspringt. Es ist nun gelungen, diesem auf den ersten Blick sehr wesentlichen Uebelstande dadurch zu begegnen, daß man dem Eisen zwei Ueberzüge gibt, deren ersterer, die Grundmasse, beim Aufschmelzen nicht vollkommen flüssig wird, sondern eine teigige Konsistenz und einige Porosität, daher auch einen gewissen Grad von Nachgiebigkeit beim Ausdehnen des Eisens behält; deren zweite aber, die Deckmasse, zur vollkommenen Schmelzung kommt, und der Emaillirung die erforderliche glatte weiße Oberfläche ertheilt.

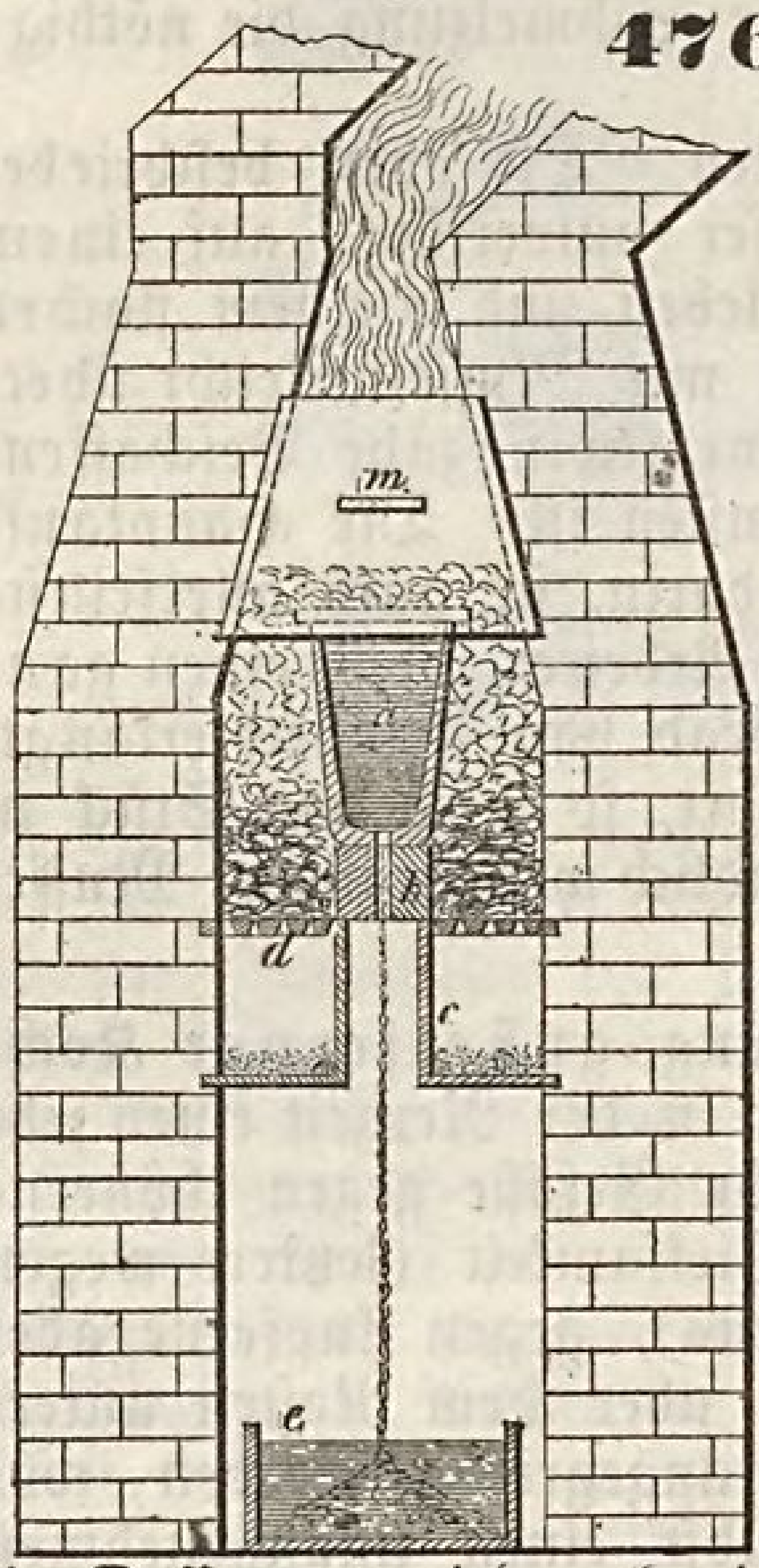
Grund- und Deckmasse werden einzeln und zwar folgendermaßen bereitet:

a) Grundmasse. Es wird zu ihrer Darstellung zuvörderst eine Glasmasse durch Zusammenschmelzen von Quarzmehl mit Borax und Feldspath bereitet; das erstere (welches übrigens aus dem Handel bezogen werden kann) wird aus Feuerstein oder gemeinem Quarz, auch wohl Sand gewonnen, indem man dieselben in einem Glühofen zum starken Glühen bringt, sodann in kaltes Wasser wirft (abschreckt), um sie mürbe zu machen und hierauf auf der Glasermühle (m. s. den Artikel Töpferei bei der Steingut- und Porzellanfabrikation) zum feinsten Pulver mahlt.

Dasselbe geschieht mit dem Feldspath. Der Borax wird im gewöhnlichen krystallisirten Zustande angewandt.

Die Schmelzung wird in einem großen hessischen Tiegel vorgenommen, dessen Boden zum Abfluß der Masse durchlöchert ist. Fig. 476 zeigt die

476



Einrichtung eines solchen Ofens im vertikalen Durchschnitt; a der Tiegel, b ein durchlöcherter Untersatz, der auf dem Halse einer Scheidewand c steht. d der Rost, durch dessen Mitte dieser Hals hindurch reicht; e ein Gefäß zur Aufnahme der abtröpfelnden Glasmasse. Der Ofen ist viereckig aus feuerfesten Steinen gebaut, hat aber an der einen, vorderen, Seite eine große Oeffnung zum Besetzen des Tiegels, die während der Schmelzung mit einer, mit Thon ausgefütterten Eisenplatte m geschlossen wird. Das Loch des Tiegels wird mit ein wenig angefeuchtetem Quarzmehl verstrichen, damit die Masse zum vollständigen Fluß und zu gleichförmiger Mischung komme, bevor sie abfließt. Ist bei langsam gesteigerter Hitze, nach Verlauf von etwa 1½ Stunden, die Masse geschmolzen, so öffnet man von unten mit einem spitzen Eisen die Tiegelöffnung, läßt den Inhalt in ein Gefäß mit kaltem Wasser, um ihn abzuschrecken und zum Mahlen vorzubereiten, abfließen, verschließt die Oeffnung wieder, beginnt eine neue Schmelzung u. s. f.

Die so erhaltene Glasmasse wird getrocknet, vorläufig durch Stampfen zerkleinert, und mit dem sogleich anzugebenden Zusatz auf der Glasurmühle feingemahlen.

Unter den vielfältigen Zusammensetzungen der Grundmasse sind die folgenden empfehlenswerth:

30 Gewichtstheile Quarzmehl
16½ „ Borax
3 „ Bleiweiß.

Diese geschmolzen, liefern etwa 39 Theile Masse, welche mit 9 Theilen Quarz und dem nöthigen Wasser feingemahlen und mit 8⅔ Theilen geschlämmtem Pfeifenthon und ½ Theile Magnesia alba innig gemischt werden. Oder

30 Theile Quarzmehl
30 „ feingemahlener Feldspath
25 „ Borax

nach dem Schmelzen mit

10¾ Theile Thon
6 „ Feldspath
1¾ „ Magnesia alba gemischt.

Die in diese Zusammensetzungen eingehenden Zusätze von Thon, Feldspath ꝛc. dienen dazu, der Grundmasse die teigige, halbgeschmolzene Beschaffenheit zu verleihen.

b) Deckmasse. Dieselbe kommt im Wesentlichen mit der Grundmasse überein, unterscheidet sich aber ein Mal durch einen bedeutenden Zusatz von Zinnoxyd, sowie ferner dadurch, daß ihr kein Zusatz von Thon gegeben wird. Unter den vielen Zusammensetzungen wählen wir

die folgenden zwei aus, deren eine mit, die andere ohne Bleigehalt, indem wir bemerken, daß ein so kleiner Bleigehalt als völlig unschädlich zu betrachten ist.

37½ Theile Quarzmehl,
27½ „ Borax,
30 „ Zinnoxyd,
15 „ kohlensaures Natron,
10 „ Salpeter,
5 „ Magnesia alba

geben nach dem Schmelzen 92 Theile Email.

Da dasselbe durch den starken Gehalt an Zinnoxyd sehr theuer zu stehen kommt, so wird die Menge dieses kostbaren Ingrediens oft bedeutend verringert; was dann allerdings eine weniger rein weiße Farbe zur Folge hat. Ein bleihaltiges Email wird durch folgende Zusammensetzung erhalten:

37½ Quarzmehl
24 Borax
25 Zinnoxyd
15 Bleiweiß
11¼ kohlensaures Natron
10 Salpeter
5 Magnesia alba.

Ein zu diesen Mischungen noch vorgeschlagener Zusatz von kohlensaurem Ammoniak ist so offenbar nutzlos, daß wir ihn weggelassen haben.

Die Schmelzung geschieht ganz so, wie bei der Grundmasse beschrieben worden, wird aber, falls die abgelaufene Masse noch blasig sein sollte, nochmals wiederholt.

Das nach der einen oder anderen dieser Vorschriften gewonnene und abgeschreckte Email wird sodann mit 6⅛ Theilen Quarzmehl, 3⅔ Theilen Zinnoxyd, ⅔ Th. kohlensaurem Natron und ¾ Th. Magnesia alba mit Wasser in der Glasurmühle zu einem unfühlbar feinen Schlamme gemahlen.

Hinsichtlich der zum Emailliren sich am besten eignenden Eisensorte wird behauptet, daß weißes, mit Holzkohlen erblasenes Roheisen den Vorzug verdiene. Es werden aber in England, wo nur Koke-Eisen vorkommt, emaillirte Kochgeschirre in einer Vollkommenheit angefertigt, die nichts zu wünschen übrig läßt. Es ist wichtig, daß die zu emaillirenden Stücke überall möglichst gleiche Dicke und nicht zu bedeutende Größe besitzen, weil mit zunehmender Größe die Schwierigkeit, das Stück in allen Theilen gleichmäßig stark zu erhitzen, in hohem Grade wächst.

Man fängt damit an, die Oberfläche durch Beizen mit verdünnter Schwefelsäure, aus etwa 24 Gewichtstheilen Wasser und 1 Th. Schwefelsäure gemischt, vollkommen von allem anhängenden Oxyd und Sand zu reinigen. Nach 12stündigem Liegen in der Beize werden die Geschirre im Inneren oder da, wo das Email aufgetragen werden soll, mit feinem recht scharfem Sande so lange gescheuert, bis sie eine reine metallische Oberfläche besitzen, dann mit Hülfe einer Bürste zuerst mit kaltem, dann mit kochend heißem Wasser ausgespült, worauf sie augenblicklich trocknen.

Es folgt nun das Auftragen der Grundmasse. Zu dem Ende wird die, wie oben beschrieben, durch Mahlen mit dem angegebenen Zusatz erhaltene Masse mit Wasser bis zur Konsistenz von fettem Milchrahm angemacht, das Geschirr in einem Wärmeofen auf etwa 50° R. erwärmt und nun einige Löffel voll der Masse hineingegossen, diese dann durch Streichen mit einem Pinsel, Schwenken, Klopfen mit einem Hammer u. dgl. Manipulationen überall so gleichmäßig wie möglich vertheilt,

der Ueberschuß der Masse wieder ausgegossen. Nachdem auf solche Art die Wände mit einer dünnen Lage der Glasur bedeckt sind, stellt man sie zum Trocknen in einen Trockenofen, worin sie erst bei gelinder, dann bei steigender Hitze scharf getrocknet werden.

Zum Einbrennen dient ein Muffelofen, dessen Einrichtung mit dem oben beschriebenen und in Fig. 474, 475 abgebildeten übereinstimmt, nur daß er je nach dem Umfange der Fabrikation eine solche Größe erhält, daß er eine größere Anzahl von Geschirren faßt, wobei jedoch zu bemerken, daß es der vorzunehmenden Manipulationen wegen unbequem ist, sehr viele Geschirre gleichzeitig im Ofen zu haben. Die erforderliche Temperatur ist die hellrothe Glühhitze, bei welcher innerhalb 15 bis 20 Minuten der Ueberzug so weit gefrittet sein muß, daß er nach dem Erkalten mit den Fingern gerieben nicht im Geringsten abfärbt.

Die Geschirre müssen während des Einbrennens mehrmals umgewendet und auf verschiedene Seiten gelegt werden, um jedes Abfließen des Ueberzuges zu verhindern, was übrigens bei der nur teigigen Konsistenz ohnehin nicht leicht möglich ist. Die Thür der Muffel muß nur beim Ausnehmen und Einsetzen der Geschirre geöffnet werden, sonst aber stets geschlossen bleiben; zum Wenden der Geschirre befindet sich in der Mitte der Thür ein schmaler Schlitz, durch welchen der Arbeiter eine Art Gabel steckt und mit ihr die Geschirre an den Henkeln faßt.

Das Auftragen und Einbrennen der Deckmasse oder Glasur geschieht ganz in derselben Art, nur muß dabei mit größter Sorgfalt zu Werke gegangen werden. Nur durch lange Uebung und Erfahrung erlangen die Arbeiter die Geschicklichkeit, eine recht schöne Glasur hervorzubringen.

Kennzeichen einer guten Emaillirung sind: 1. eine ganz ebene glatte, nicht rauhe oder runzliche Oberfläche; 2. eine rein weiße Farbe; 3. Abwesenheit feiner Sprünge, Haarrisse.

Eine eigenthümliche Anwendung der Emaillirung auf Eisen wird bei den Siederöhren der Lokomotiven gemacht. Solche, äußerlich mit einem hellgrauen Email überzogene Röhren haben den großen Vortheil, daß sich an ihnen nicht leicht Pfannenstein ansetzt; sie werden sehr vollkommen in England angefertigt.

Emailfarben. Werden zu mehrfachen Arbeiten gebraucht und unterscheiden sich danach in eigentliche Emailfarben (s. den vorhergehenden Artikel), in Farben zur Porzellan-, zur Glas- und zur Malerei auf gewöhnlichem Steingut. Alle diese Zusammensetzungen stimmen wesentlich mit einander überein, indem sie leichtflüssige (mit viel Flußmittel versetzte) Emailgattungen sind.

Englisches Pflaster. Die Verfertigung desselben geschieht folgendermaßen. 2 Unzen Hausenblase werden durch anhaltendes Hämmern oder noch leichter durch Auswalzen zwischen Stahlwalzen bis zur Papierdicke ausgereckt, was die nachherige Auflösung in hohem Grade erleichtert, dann in kleine Stückchen zerschnitten, mit 16 Unzen Wasser übergossen und damit so lange erhitzt, bis sich die Hausenblase bis auf einen geringen unlöslichen Rest aufgelöst hat. Hierauf fügt man 16 Unzen Weingeist von 80° Tralles hinzu, erhitzt nochmals und filtrirt noch heiß durch Leinen. Mit dieser noch warmen Hausenblasenlösung bestreicht man mittelst eines zarten Pinsels den ausgespannten schwarzen oder hellrothen Taffet vier bis fünf Mal, indem man jeden Anstrich erst trocknen läßt. Um das Pflaster zu parfümiren, gibt man wohl zuletzt einen dünnen Anstrich einer weingeistigen Lösung von Perubalsam oder Benzoe,

was jedoch wegen des nachtheiligen Reizes, den diese Harze auf die Wunde ausüben, nicht zu empfehlen ist.

Erdbohrer, s. Artesische Brunnen.

Erdharz, s. Asphalt.

Erze. Der Begriff von Erz ist etwas schwankend. Im weiteren Sinne versteht man darunter alle jene Mineralkörper, welche als Hauptbestandtheil eines der sogenannten schweren Metalle enthalten, im engeren mehr gebräuchlichen Sinne aber nur jene Mineralien, aus welchen das darin enthaltene Metall mit Vortheil gewonnen werden kann, also die nutzbaren metallischen Minerale. Die Erze enthalten die Metalle entweder im regulinischen Zustande, oder in chemischer Verbindung mit anderen Substanzen, die oft ihre Eigenschaften als Metalle so verdecken, daß der Nichtkenner schwerlich ein werthvolles Metall darin vermuthen sollte. Die am häufigsten vorkommenden Verbindungen der Metalle sind die mit Sauerstoff, also ihre Oxyde, und die mit Schwefel, seltener schon die Arsenikverbindungen. Die Oxyde wieder sind entweder rein oder mit Wasser, als Hydrate, oder mit Kohlensäure in Verbindung. Andere Metallsalze so wie Phosphor-, Selen- und Chlorverbindungen sind so selten, daß sie den nutzbaren Erzen nicht zugezählt zu werden pflegen. Einige Metalle, so namentlich Gold und Platin, werden nur im regulinischen Zustande, wiewohl oft mit anderen Metallen legirt, angetroffen.

Ueber das Vorkommen der Erze in der Erdrinde und über ihre Gewinnung enthält der Artikel „Bergbau" das Nähere, während die allgemeinen Verfahrungsarten ihrer Aufbereitung und Verhüttung in dem Artikel Metallurgie nachzusehen sind. Außerdem ist bei jedem einzelnen Metalle die Gewinnungsart im Großen ausführlich entwickelt.

Essenzen. Ein ziemlich unbestimmter Ausdruck, der theils (im Handel) zur Bezeichnung der flüchtigen Oele, theils für verschiedene weingeistige Auflösungen gebraucht wird, z. B. Räuchereessenzen.

Essig, s. Essigsäure.

Essigäther. Entsteht bei der Destillation eines Gemisches von 20 Theilen krystallisirtem essigsaurem Blei, 10 Th. Alkohol und 11½ Th. konzentrirter Schwefelsäure. Das übergehende Destillat wird in einer wohl gekühlten Vorlage aufgefangen, mit schwacher Kalilauge geschüttelt und darauf über Bittererde oder Kohlenpulver nochmals destillirt.

Der Essigäther ist eine wasserklare, sehr flüchtige Flüssigkeit von höchst angenehmem, erfrischendem Geruch und brennendem Geschmack. Spez. Gewicht bei 7° = 0,866. Er kocht bei 75° C., brennt mit gelblicher Flamme unter Verbreitung eines Geruches nach Essigsäure und löst sich in etwa 8 Th. Wasser, in Weingeist dagegen in jedem Verhältniß auf.

Vom theoretischen Gesichtspunkte aus wird der Essigäther als essigsaures Aethyloxyd betrachtet. Das Aethyl $C_4 H_{10}$ (Ae) ist ein hypothetisches Radikal, welches mit Sauerstoff verbunden das Aethyloxyd $C_4 H_{10} O$, nämlich den Aether darstellt und dieses geht ganz nach Art der Oxyde mit der Essigsäure eine Verbindung ein, die sonach als ein Salz betrachtet werden kann.

Der Essigäther wird theils als Zusatz zu Räuchereessenzen, theils auch in der Medizin gebraucht.

Essigbilder, s. Essigsäure.

Essiggeist (Aceton). Durch trockene Destillation essigsaurer Salze wird ein aus Essiggeist und Essigsäure bestehendes Destillat gewonnen, welches besonders in den letzten Stadien des Zersetzungsprozesses reich an Essiggeist ist. Man fängt daher die später übergehende Flüssigkeit besonders auf, trennt das wässrige Liquidum von dem brenzlichen Oel und destillirt das erstere nochmals im Wasserbade. Das hierbei zuerst übergehende Destillat wird für sich aufgefangen und über kohlensaurem Kali oder Chlorkalzium nochmals destillirt, wobei zur Entfernung eines fremdartigen Geruches ein wenig gutes Beinschwarz zugesetzt wird.

Ein wasserklares Liquidum von aromatischem Geruch und brennendem, etwas bitterlichem, nachher kühlendem Geschmack. Spez. Gewicht bei 15° = 0,7921. Er siedet bei 55°, gefriert noch nicht bei einer Kälte von — 15°. Er brennt leicht mit heller, nicht rußender Flamme.

Man betrachtet den Essiggeist als einen dem Alkohol analogen Körper, mit dem Unterschiede, daß, während der Alkohol als das Hydrat des Aethyloxydes betrachtet wird, der Essiggeist das Hydrat des Oenyloxydes ist. Oenyl, Oe, ist $C_6\ H_{10}$; Oenyloxyd $C_6\ H_{10}\ O$; Oenyloxydhydrat oder Essiggeist also $C_6\ H_{10}\ O + H_2\ O$ oder $C_6\ H_{12}\ O_2$.

So wie aus Alkohol der Aether, so bildet sich auch aus dem Essiggeist, freilich auf anderem Wege, eine Aetherart, das Oenyloxyd, eine farblose, eigenthümlich aromatisch riechende Flüssigkeit, die brennbar, im Weingeist leicht, im Wasser nur wenig löslich ist.

Essigsäure (Acetylsäure, $\bar{A}$), der wesentliche Bestandtheil der verschiedenen Essigarten. Sie kommt, obwohl selten, in einigen Pflanzensäften im Zustande essigsaurer Salze vor; wird dagegen durch verschiedene Zersetzungsprozesse in Menge erzeugt, besonders durch die saure oder Essiggährung weingeisthaltender Flüssigkeiten und durch trockene Destillation der meisten vegetabilischen Substanzen, besonders des Holzes. Solche durch einen Gehalt an Essigsäure sauere Flüssigkeiten führen im Allgemeinen den Namen Essig, besitzen aber in Folge der verschiedenen Entstehungsart und dadurch ihnen beigemischter Nebenbestandtheile oft einen sehr verschiedenen Geschmack. Man unterscheidet fünf Arten: 1. den Weinessig, 2. Malz- oder Bieressig, 3. Fruchtessig, 4. Branntweinessig und 5. Holzessig. Die ersteren vier entstehen durch Gährung, der letztere durch trockene Destillation.

Ueber den Vorgang bei der Essiggährung ist in dem Artikel Gährung das Nähere nachzusehen; wir beschränken uns hier auf die Bemerkung, daß die saure Gährung in einem Oxydationsprozesse besteht, wobei sich Weingeist, der entweder schon vorhanden war oder sich aus Zucker neu erzeugt, durch den Sauerstoff der atmosphärischen Luft oxydirt. Bedingungen der sauren Gährung sind: 1. eine Weingeist oder Zucker haltende Flüssigkeit, 2. ziemlich starke Verdünnung, 3. geeignete Temperatur, 30 bis 35° C., 4. Zutritt von atmosphärischem Sauerstoff, 5. Gegenwart von saurem Ferment, d. h. irgend einer organischen Materie, welche entweder schon gebildete Essigsäure, oder doch eine leicht sich säuernde Substanz enthält, und den Eintritt des Gährungsprozesses veranlaßt.

Wir werden nun zuerst die schon von Alters her gebräuchliche Art der Essigbereitung und sodann die in neuerer Zeit erfundene und sehr allgemein in Aufnahme gekommene Schnellessigfabrikation beschreiben.

A) Die alte Methode.

1. Weinessig. Ein wesentliches Erforderniß einer guten geregelten Essigfabrikation ist ein geeignetes Lokal, in welchem die Weine bei möglichst gleicher Temperatur und unter dem gehörigen Luftwechsel der Essiggährung überlassen werden können. Der Gährungsraum muß daher zum Heizen eingerichtet sein. Am besten und gleichförmigsten geschieht dieß, wie bei den Treibhäusern, entweder durch gemauerte Rauchkanäle, die durch einen außerhalb des Gährungsraumes gelegenen Ofen geheizt werden, oder mittelst der Heißwasserheizung, wo man heißes Wasser durch ein Röhrensystem, das unten an den Wänden des Raumes fortläuft, zirkuliren läßt. Die gemauerten Rauchkanäle müssen im Lichten 10 bis 12 Zoll Breite und 15 Zoll Tiefe haben, damit sie der inneren und äußeren Luft eine hinreichende Oberfläche darbieten und sich nicht zu schnell mit Ruß verstopfen. Niedrige Räume sind zweckmäßiger als hohe; dabei müssen sie recht dicke Mauern haben, die der Wärme halber äußerlich und innerlich mit Brettern beschlagen werden können. Sollte kein anderes als ein hohes Lokal zur Disposition stehen, so ist es zweckmäßig, die Säurefässer auf Gerüsten in der Nähe der Decke aufzustellen, um die Wärme möglichst zu benutzen. In einigen Essigfabriken findet man die Säurefässer in verschiedenen Höhen angebracht. Die oberen wirken dann jederzeit schneller als die unteren.

In größter Ausdehnung wird die Weinessigfabrikation in Orleans betrieben. Die Gährungslokale sind entweder par terre oder in einem oberen Stockwerk, jedenfalls aber nach der Südseite gelegen und dem Sonnenschein möglichst exponirt. Die Behälter zur Aufnahme des Weines sind Fässer, früher gewöhnlich von 460 Litres Inhalt, gegenwärtig aber nur halb so groß, also von etwa 200 Quart. Man nennt sie Mutterfässer. Mat hat nämlich in völliger Uebereinstimmung mit der Theorie bemerkt, daß der Wein in kleineren Gefäßen schneller sauer wird, als in größeren, indem er in einem kleineren Gefäß eine verhältnißmäßig größere Oberfläche der Luft darbietet. Man stellte sie früher auf sehr starke Gerüste in 3 Reihen über einander auf; gegenwärtig aber macht man 4 Reihen, die auf leichten, durch vertikale Ständer unterstützten Balkenlagen ruhen. Die Fässer liegen horizontal dicht neben einander und haben an der oberen Seite des vorderen Bodens zwei Löcher, deren eines, das Auge, 2 Zoll im Durchmesser hat und zum Einbringen des Weines, so wie zum Abziehen des Essigs dient, während das andere, viel kleinere, nur als Luftzug fungirt, um beim Eingießen des Weines in das erstere, wobei der Trichter die Oeffnung ganz ausfüllt, die Luft aus dem Fasse entweichen zu lassen.

Soll ein neues Faß zuerst in Gang gesetzt werden, so füllt man es zu ⅓ mit allerbestem Essig, der nur als Mutter für die fernere Essigbildung in dem Fasse dient, insofern der zu verarbeitende Wein allmälig in einzelnen kleinen Portionen zugesetzt und ebenso in bestimmten Zwischenräumen kleine Portionen von dem Essig wieder abgezogen werden. Nach dem gewöhnlichen Verfahren gibt man zu dem Mutteressig, der das Faß zu ⅓ füllt, und 77 Litres oder 67 Quart beträgt, etwa 9 Quart rothen oder weißen Wein; acht Tage später nochmals 9 Quart, und so fährt man mit dem Auffüllen von Wein regelmäßig fort. Dagegen werden alle 4 Wochen 36 Quart Essig abgezogen, so daß die Essigfässer mindestens zu ⅓ gefüllt bleiben. Mit der Zeit aber sammelt sich auf dem Boden der Fässer eine solche Menge Weinstein und saure Hefe, daß der Inhalt beträchtlich vermindert wird; wo man denn gezwungen ist, sie ganz auszuleeren und zu reinigen. Dieß wird etwa alle 10 Jahre ein

Mal vorgenommen. Die Fässer selbst aber können, wenn sie aus gesundem Holze gearbeitet sind und gut im Stande erhalten werden, wohl 25 Jahre dauern.

Wenn im Vorhergehenden gesagt wurde, daß das Auffüllen und Abziehen alle 8 Tage und 4 Wochen vorgenommen werde, so ist dabei vorausgesetzt, daß die Gährung kräftig und regelmäßig fortschreite. Mitunter aber treten Umstände ein, die sich kaum erklären lassen, die aber von großem Einfluß auf den Prozeß sein können, daher es denn nöthig ist, vor jedesmaligem Abziehen der 36 Quart Essig zu untersuchen, ob die letzten Antheile Wein auch der Gährung unterlegen haben. Dieß geschieht folgendermaßen. Man taucht ein weißes Stäbchen in den Essig und zieht es in horizontaler Richtung heraus; findet man es jetzt mit einem dicken weißen Schaum (le travail) bedeckt, so ist die Gährung beendigt, erscheint dagegen der Schaum von röthlich grauer Farbe, so betrachtet man dieß als ein Zeichen einer noch unvollendeten Gährung und muß durch stärkeres Heizen des Lokals die Gährung zu befördern suchen. Zu den fast unerklärlichen Erscheinungen gehört die, daß obgleich alle Fässer zu gleicher Zeit mit demselben Wein ausgefüllt wurden, doch oft einzelne darunter sind, in denen die Gährung nicht so rasch fortschreitet, als in den anderen, ja wohl gar ganz aufhört. Man hat diese sonderbare Erscheinung wohl elektrischen Verhältnissen zugeschrieben, was aber, da sämmtliche Fässer denselben Einflüssen unterliegen, nicht anzunehmen ist. Auch die geschicktesten Essigfabrikanten sind oft so gänzlich außer Stande, die Gährung in einem trägen Mutterfasse wieder anzufeuern, daß sie zu dem einzigen Radikalmittel ihre Zuflucht nehmen, das Faß nämlich gänzlich auszuleeren, und es mit neuem guten Essig neu zu füllen, wo es denn gewöhnlich wieder in guten Gang geräth.

Man findet in vielen chemischen Werken die Behauptung aufgestellt, daß die Temperatur des Gährungsraumes nicht über 18° R. steigen dürfe, oder daß doch bei höheren Wärmegraden der Essig weniger gut ausfalle. In den Essigfabriken in Orleans wird aber die Wärme gewöhnlich auf 24 bis 25° R. erhalten, wodurch die Gährung beschleunigt und ein eben so starker und guter Essig erzielt wird, als bei niedrigerer Temperatur. Ja die Gährung geht in den, nahe unter der Decke des Gährungslokals befindlichen Fässern, die doch die größte Wärme bekommen, am schnellsten und besten von Statten. Zum Heizen dienen in Orleans gußeiserne Oefen, die mit Holz gefeuert werden.

Der Wein wird, bevor man ihn auf die Muterfässer füllt, dadurch geklärt, daß man ihn auf ein großes, wohl 12 bis 15 Orhoft haltendes Faß bringt, das man mit Buchen-Hobelspänen, die fest eingedrückt werden, anfüllt. Alle trüben, hefigen Theile schlagen sich hier auf die Späne nieder, und der Wein kann nach einigem Verweilen in dem Fasse völlig klar abgezogen werden. Es kommt inzwischen wohl der Fall vor, daß der Essig auch von völlig geklärtem Weine einer nachträglichen Klärung bedarf, besonders wenn der verwendete Wein etwas schwach war. Diese Klärung wird in einem ganz ähnlichen großen Fasse mit Spänen bewirkt, und gewährt noch den Vortheil, daß dabei der Essig aus vielen Mutterfässern gemischt, mithin ein gleichförmigeres Produkt erzielt wird, als man sonst erhalten würde.

2. Malz- oder Bieressig; wird entweder aus wirklichem gehopftem Bier, oder auch aus ungehopfter Bierwürze gemacht. Der erstere Fall tritt ein, wenn von einer benachbarten Brauerei sauer oder schal gewordenes Bier zu einem niedrigen Preise angekauft werden kann. Ist dieses Bier stark gehopft, so vermischt man es mit Wasser und Branntwein, wodurch die Menge des Essigs vermehrt, die des Hopfenbitters

also relativ vermindert wird, jederzeit aber besitzt ein solcher Essig den unangenehmen Geschmack des sauer gewordenen Bieres. Auf 100 Gewichtstheile Bier können 100 Th. Wasser und 10 Th. Branntwein genommen werden. Ein kleiner Zusatz von fertigem Essig befördert die Säuerung.

Zum Malzessig wird die Würze folgendermaßen bereitet. Man teigt 80 Pfund Gerstenluftmalz und 20 Pfund Weizenluftmalz mit 150 Quart Wasser von 40° R ein und fügt sodann 300 Quart siedendes Wasser hinzu. Nach zwei- bis dreistündigem Verweilen im Maischbottig zieht man die klare Würze, kühlt sie auf dem Kühlschiff und stellt sie bei 14° R. mit 15 Pfund Bierhefe. Wenn nach 2 bis 3 Tagen die Weingährung beendigt ist, zieht man den Malzwein auf Fässer, um ihn aufzubewahren und nach und nach auf Essig zu verarbeiten.

Die Behandlung des Malzweines stimmt im Wesentlichen mit der im Vorhergehenden beschriebenen überein, nur ist es bei dieser älteren Methode üblich, den Malzwein so lange auf den Säuerungsfässern zu lassen, bis er sich vollständig in Essig umgewandelt hat, die Fässer sodann ganz zu entleeren, und hierauf wieder mit neuem Malzwein zu füllen.

Die Essigstube muß ein warm gelegenes, im Winter heizbares Lokal sein, in welchem die Fässer, von etwa 60 bis 90 Quart Inhalt, auf Gerüsten liegen. Die Fässer werden, bevor man sie mit der Würze füllt, eingesäuert. Zu diesem Ende schüttet man etwas heiß gemachten recht starken Essig in das Faß, schwenkt es damit um, damit sich das Holz mit Essig tränke und als Ferment die saure Gährung einleite. Die Fässer werden nur zu ⅔ oder höchstens ¾ gefüllt, damit die Flüssigkeit der Luft eine große Oberfläche darbiete. Das Spundloch bleibt jedenfalls geöffnet, es ist jedoch, besonders bei größeren Fässern rathsam, auch in dem einen Boden nahe am Rande ein etwa 1 Zoll weites Loch anzubringen, um einen beständigen Luftzug durch das Faß zu bewirken.

Statt liegender Fässer benutzen einige Fabriken stehende Fässer, andere große Krüge von Steinzeug.

Die zur Beendigung der Gährung nöthige Zeit hängt von verschiedenen Umständen ab, und schwankt zwischen 2 und 8 Wochen. Je kleiner die Fässer, je höher die Temperatur des Lokals, je mehr die Flüssigkeit mit fremden, besonders stickstoffhaltigen Substanzen (Kleber) geschwängert, um so rascher geht die Essigbildung von Statten.

3. Brantweinessig. Wird ganz auf dieselbe Art, nur mit dem Unterschiede angefertigt, daß statt der gegohrenen Bierwürze stark verdünnter Branntwein zur Anwendung kommt.

Zweckmäßig ist ein Gemisch von 600 Quart Flußwasser, 100 Quart fuselfreiem Branntwein von 50° Tr. und 200 Quart fertigem Branntweinessig. Wird das Wasser durch Zusatz von etwas heißem Wasser erwärmt, so tritt die Essigbildung um so früher ein.

B. Die Schnellessigfabrikation.

Nachdem schon vor mehr denn 100 Jahren von Boerhaave eine sehr wirksame Abänderung des gewöhnlichen Verfahrens erfunden war, welche im Wesentlichen darin bestand, zwei mit gesäuerten ausgepreßten Weinbeeren gefüllte Fässer zu benutzen, deren eines mit dem zu säuernden Weine ganz, das andere nur zur Hälfte gefüllt wurde, und in welchen alle 12 Stunden der Wein in solcher Art gewechselt wurde, daß das volle Faß zur Hälfte entleert, und mit dem abgezogenen Wein das andere Faß gefüllt wurde, erfanden im Jahre 1823 Schützenbach

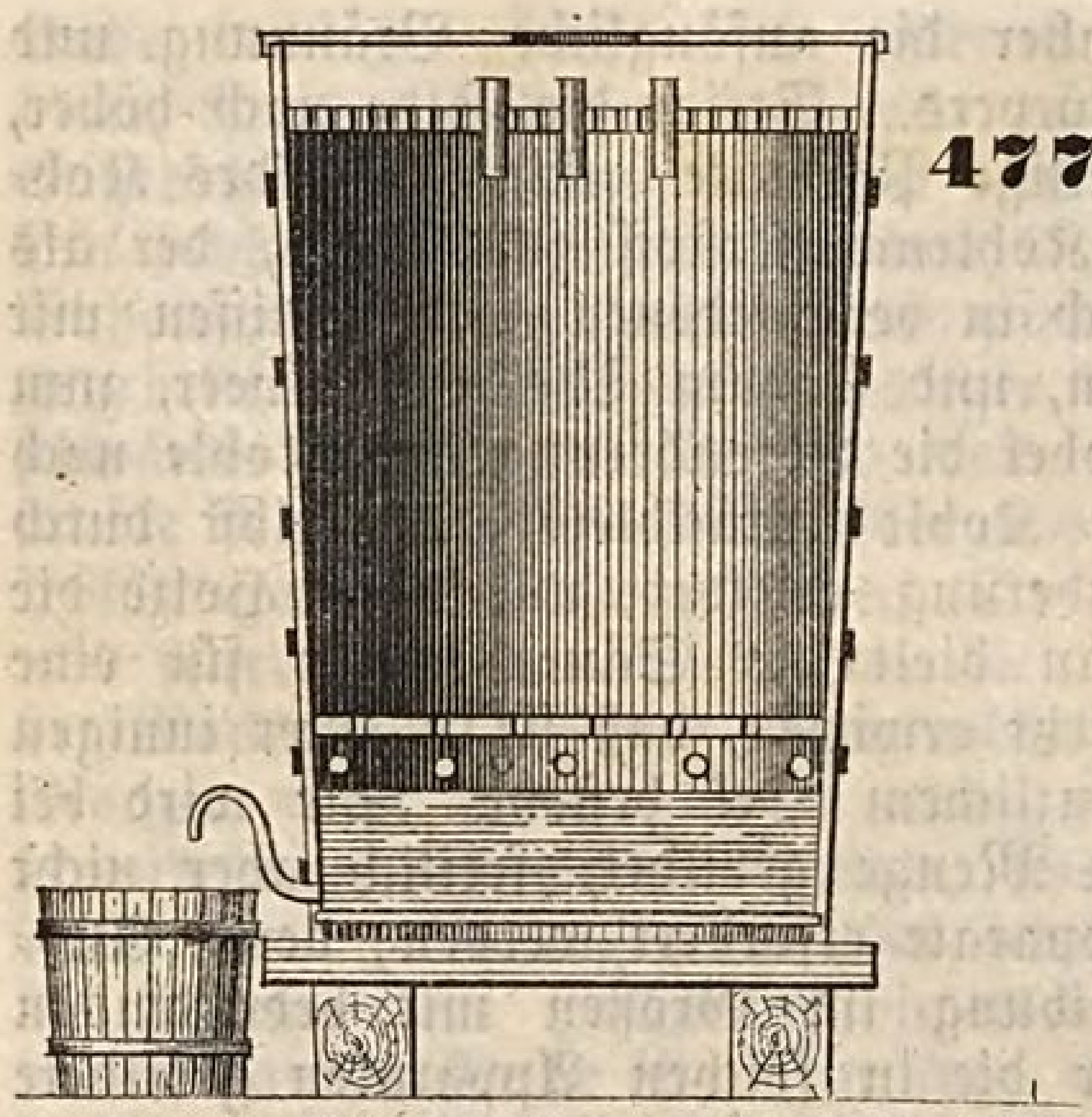
und Wagenmann unabhängig von einander die Schnellessigfabrikation, welche die Essigbildung, die, wie vorhin gezeigt, sonst mehrere Monate dauern kann, in zwei oder drei Tagen, ja selbst in noch kürzerer Zeit beendigt. Die Erfindung beruht darauf, die zu säuernde Flüssigkeit in einer sehr dünnen, zugleich aber außerordentlich großen Schichte in Berührung mit saurem Ferment dem Zutritt der atmosphärischen Luft darzubieten. Die hierzu dienenden Apparate (Essigbilder) sind eichene, nach unten wenig verjüngt zulaufende Bottige oder Fässer von 6 bis 12 Fuß Höhe und etwa 3 bis 5 Fuß Durchmesser. Etwa ½ Fuß unter dem oberen Rande ist im Innern ein starker eichener Reif befestigt, auf dem ein gut passender Boden, der im Uebrigen keine weitere Befestigung erhält, aufgelegt wird. Dieser Boden ist wie ein Sieb mit kleinen, 1 bis 2 Linien weiten und etwa 1½ Zoll von einander abstehenden Löchern durchbohrt, durch deren jedes ein etwa 6 Zoll langer baumwollener Docht hindurchreicht. Um das Hindurchfallen dieser Dochte zu hindern, schlägt man in ihrem oberen Ende einen Knoten. Die Dochte müssen von der Dicke sein, daß sie die Flüssigkeit, die auf den oberen Boden gegossen wird, nur tropfenweise hindurchlassen. Der äußere Rand des Bodens muß mit Hanf, Baumwolle oder dergl. wasserdicht in das Faß eingepaßt sein. Der ganze untere Raum des Fasses bis nahe unter den durchlöcherten Boden ist mit Hobelspänen von Buchenholz angefüllt, so daß die Flüssigkeit in dem Maße, wie sie durch die Dochte hindurchdringt, auf die Späne herabtröpfelt, sich über die Oberfläche derselben ausbreitet, und so langsam bis auf den unteren Boden des Fasses herabfließt. Ist ein neuer Essigbilder in Gang zu setzen, so müssen die Späne, bevor sie eingebracht werden, eine Vorbereitung erfahren, die darin besteht, daß man sie zuerst mit Wasser auskocht, trocknet, und sie dann mit heißem Essig übergießt. Das auf solche Art mit Essig imprägnirte Buchenholz wirkt als ein sehr kräftiges Ferment zur Einleitung der saueren Gährung. Um nun einen beständigen mäßigen Luftzug durch den Apparat zu unterhalten, ist er etwa in der Höhe von 1 Fuß über dem unteren Boden mit 8 Löchern durchbrochen, die ⅔ Zoll im Durchmesser haben und nach der Innenseite zu ein wenig abwärts geneigt sind, so daß zwar die Luft frei einströmen, dagegen aber nichts von der Flüssigkeit ausfließen kann. Außer diesen 8 unteren Löchern sind in dem oberen Siebboden vier größere Löcher in gleichen Entfernungen von einander und von dem Mittelpunkte des Bodens angebracht, die zum Abzuge der theilweise ihres Sauerstoffes entledigten Luft dienen. Damit aber in diese Oeffnungen nichts von der Flüssigkeit einfließen könne, sind sie mit genau einpassenden, etwas über das Niveau der Flüssigkeit hervorragenden Glasröhren ausgekleidet.

Das Faß wird endlich noch mit einem frei aufliegenden Deckel bedeckt, der in der Mitte eine Oeffnung von 2½ Zoll Durchmesser hat, die theils zum Eingeben der Flüssigkeit, theils auch zum Abzug für die Luft dient.

Zur genauen Beobachtung der Temperatur dient ein Thermometer, dessen Kugel durch die Seitenwand des Fasses hindurchreicht. Die Flüssigkeit sammelt sich im unteren Theile des Fasses an, und fließt von hier durch einen Heber ab, der von solcher Einrichtung ist, daß der Essig fast bis zum Niveau der unteren Luftlöcher in dem Fasse stehen bleibt, und nur der fernere Zufluß durch den Heber abläuft.

Die Essigbilder werden auf hölzernen Unterlagen etwa 1 Fuß bis 18 Zoll über der Sohle des Gährungslokales aufgestellt.

Figur 477 zeigt einen Essigbilder, in welchem die Späne und Dochte hinwegelassen sind, und zu dessen Erläuterung wir nur noch hinzuzufügen haben, daß das untere Sförmig gekrümmte Abflußrohr den Zweck hat,


477

nur die unterste Schicht des Essigs abfließen zu lassen, zugleich aber den Essig etwa 1 Fuß hoch im Fasse zu erhalten, weil die Säurung hier noch in gewissem Grade fortschreitet, und weil diese Masse warmen Essigs zur Erwärmung des Fasses mit beiträgt.

Das Verfahren selbst ist nun folgendes: Man heizt zuvörderst das Lokal, wenn es nöthig sein sollte, auf etwa 20° R. Nun läßt man durch die obere Oeffnung eine, in einem besonderen Mischungsfaß bereitete und auf 30° erwärmte Mischung von 12½ Quart Spiritus von 80% Tr. und 10 Quart Essigsprit (fertigem Essig), 1½ Pfund Syrup und 212 Quart Wasser einfließen, indem man stündlich 6½ Quart davon aufgibt. Das Ablaufende wird in einem anderen Mischungsfasse gesammelt, mit 7½ Quart Spiritus von 80% Tr. versetzt, und auf den zweiten Essigbilder, ebenfalls stündlich 6½ Quart, gegeben; dann nach dem Ablaufen wieder 5½ Quart Spiritus zugesetzt und nun über den dritten Essigbilder gegeben, von welchem dann der fertige Essig abläuft. Es ist bei diesen Angaben vorausgesetzt, daß die Essigbilder sehr groß (12 Fuß hoch) und daß die Arbeit in regelmäßigem Gange sei. Beim Beginn einer Kampagne ist es zweckmäßig, der Mischung einen größeren Zusatz von Essig zu geben; übrigens wendet fast jede Fabrik ihre besondere Mischung an, und es soll die so eben angegebene nur als Beispiel dienen.

C. Holzessig.

Alle organischen Substanzen mit Ausnahme der flüchtigen werden, wenn man sie einer erhöhten Temperatur, welche die des siedenden Wassers beträchtlich überschreitet, aussetzt, zerstört, indem ihre Bestandtheile zu verschiedenen anderen Verbindungen zusammentreten, die im Zustande von Dämpfen oder permanenten Gasarten entweichen, während fast jederzeit eine Kohle zurückbleibt. Geschieht diese Erhitzung beim Zutritt der atmosphärischen Luft, so pflegen sich die ausgetriebenen Dämpfe und Gasarten zu entzünden; der Körper brennt. Nimmt man dagegen die Erhitzung in einem Gefäße vor, das zwar den Dämpfen und Gasarten einen Abzug gestattet, sie aber vor dem Verbrennen schützt, so nennt man diesen Prozeß trockene Destillation. Die Produkte desselben können sehr verschieden sein, und unterscheiden sich besonders, je nachdem der Körper Stickstoff enthält oder nicht. Stickstoffhaltige, also die meisten animalischen Substanzen geben außer brennbaren Gasarten hauptsächlich kohlensaures Ammoniak und ein höchst stinkendes brenzliches, theerartiges Oel; stickstofffreie dagegen, also die meisten vegetabilischen Stoffe, neben brennbaren Gasarten und Theer eine wässerige Flüssigkeit, die sich durch einen oft sehr starken Gehalt an Essigsäure auszeichnet, und die man Holzessig nennt. Bringt man also einen vegetabilischen Stoff, z. B. Holz, in ein verschlossenes Gefäß und erhitzt dasselbe, so wird zuvörderst das Wasser ausgetrieben, wleches schon fertig gebildet darin vorhanden war. Nächst diesem erscheint bei steigender Hitze eine neue Portion Wasser, das sich aus seinen Bestandtheilen, Wasserstoff und Sauerstoff, die nebst Kohlenstoff die Bestandtheile des Holzes ausmachen, zusammensetzt. Hierbei

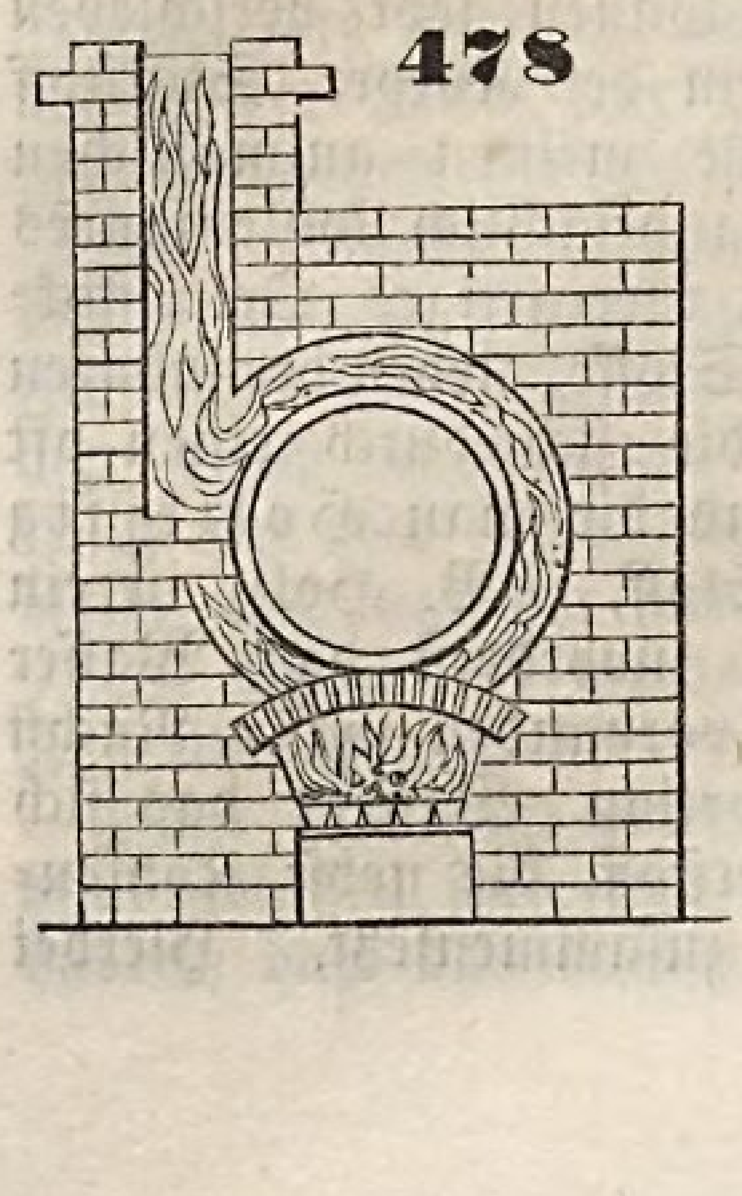
wird Kohlenstoff ausgeschieden, daher die anfängliche Bräunung und darauf folgende Schwärzung des Körpers. Steigt die Hitze noch höher, so bilden sich noch mehrere anderweitige Produkte. Ein Theil des Kohlenstoffes tritt mit Wasserstoff zu Kohlenwasserstoff zusammen, der als Gas entweicht, während andere sich in verschiedenen Verhältnissen mit Wasserstoff und Sauerstoff verbinden, und so zum Theil den Theer, zum Theil die Essigsäure liefern, wobei die Absonderung von Kohle noch weiter fortschreitet und endlich eine Kohle zurückbleibt, die selbst durch starke Glühhitze keine weitere Veränderung erleidet, und beim Holze die Struktur desselben beibehält. Man hielt die Säure früher für eine eigenthümliche Säure; es ist aber jetzt erwiesen, daß sie in einer innigen Verbindung von Essigsäure und brenzlichem Oel besteht. Sie wird bei der Holzverkohlung jederzeit und in Menge gebildet, freilich aber nicht immer aufgefangen, indem dazu Apparate erfordert werden, deren Ausführung, Unterhaltung und Betreibung im Großen mit bedeutenden Kosten verknüpft ist, indem ferner die in solchen Apparaten gebildete Kohle nicht so kompakt, und daher für manche Zwecke nicht so brauchbar ist, als die bei der Meilerverkohlung gewonnene, und endlich auch die Holzsäure, bevor sie zu technischen Zwecken brauchbar ist, einem umständlichen und etwas kostspieligen Reinigungsprozesse unterworfen werden muß.

Die Gewinnung der Holzsäure kann entweder als Nebengeschäft bei der Köhlerei betrieben werden, oder den Hauptzweck bilden, wo denn die Kohle als Nebenprodukt erscheint. In der ersteren Absicht hat man den Versuch gemacht, durch den Mantel des Meilers Röhren zu stecken um einen Theil der entweichenden Dämpfe zu kondensiren. Die Ausbeute ist aber so gering und die Säure so schwach, daß sich diese Gewinnungsart nicht lohnt.

Viel zweckmäßiger ist die zweite Methode, von welcher allein hier gehandelt werden soll; nur fällt die dabei gewonnene Kohle wegen der schnellen Verkohlung viel weniger kompakt aus, besitzt daher geringeren Werth als die in Meilern erzeugte. Man bedient sich dazu entweder großer zylindrischer Retorten von Gußeisen, welche horizontal in einem Ofen liegen, oder stehender Zylinder von Eisenblech, welche mittelst eines Krahnes in den Ofen gesenkt und nach beendigter Destillation herausgewunden und sogleich durch neue ersetzt werden, oder endlich viereckiger in einem Ofen eingemauerter Kasten aus gußeisernen Platten zusammengesetzt.

Die erste Art ist vorzugsweise in England, namentlich in Glasgow gebräuchlich, und in Fig. 478 abgebildet. Die Retorte hat 4 Fuß im Durchmesser bei einer Länge von 6 bis 8 Fuß, und ist, wie sich aus der Figur ergibt, so eingemauert, daß die Flamme sie von allen Seiten umspielt. Ob nicht mehrere kleinere Retorten von der Größe, wie sie in den Steinkohlengaswerken gebräuchlich sind, zweckmäßiger sein würden, als eine große, lassen wir dahin gestellt. Die Enden des Zylinders stehen zu beiden Seiten aus dem Mauerwerk wenig hervor. Das eine ist mit einer gußeisernen Scheibe geschlossen, die mit Schraubenbolzen an dem Rand des Zylinders luftdicht befestigt ist. Von der Mitte dieser Scheibe geht ein 6 Zoll weites eisernes Rohr aus, welches sich rechtwinklig abwärts krümmt, und in das Hauptkühlrohr einmündet. Das andere

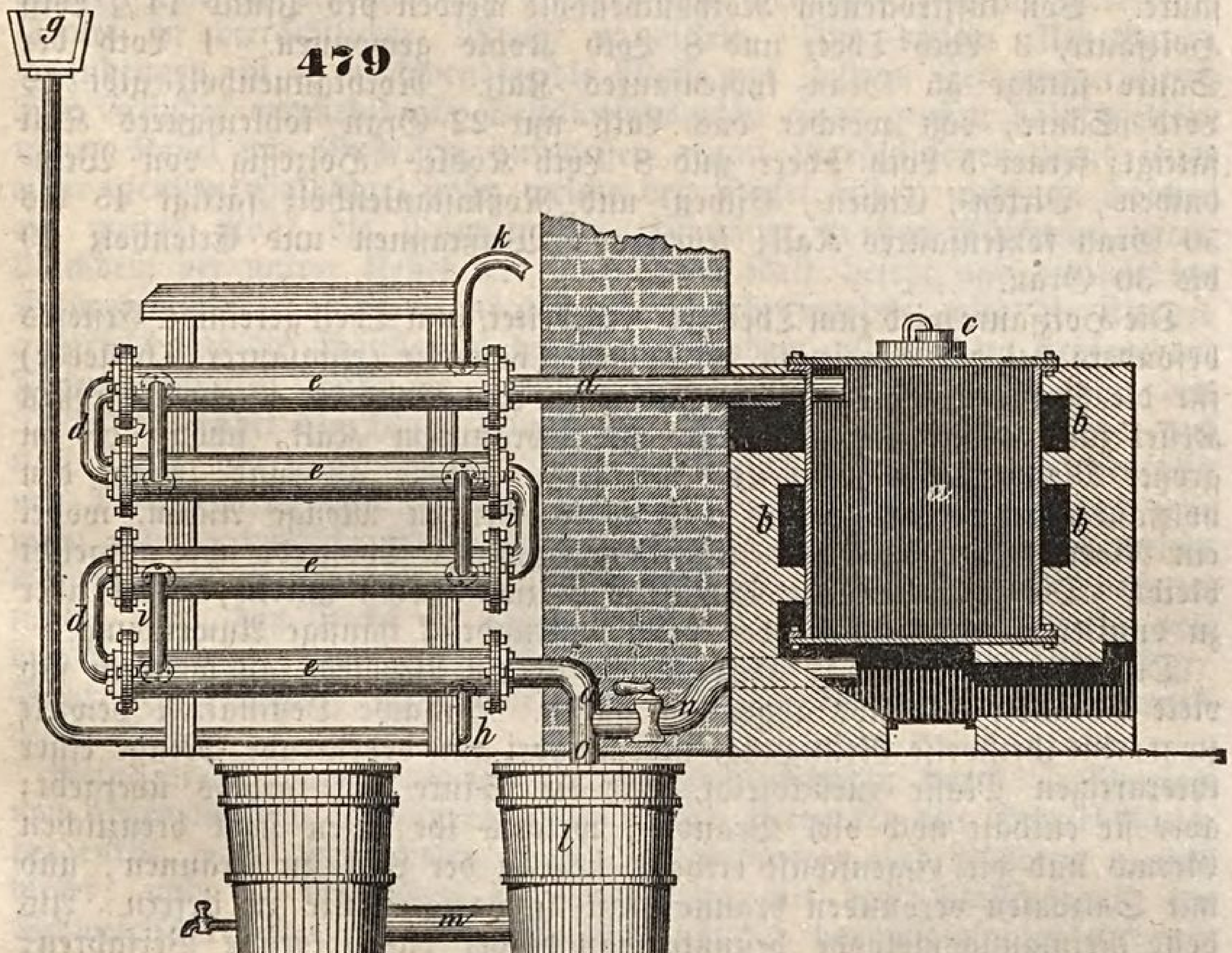
478



Ende des Zylinders wird mit einer beweglichen Scheibe geschlossen, deren Rand mit Lehm bestrichen und in die Oeffnung des Zylinders eingedrückt wird, ganz so, wie dieß auch in den Gaswerken geschieht. Ein solcher Zylinder nimmt etwa 8 Zentner Holz auf. Buchen- und Eichenholz sind am besten, doch wird auch mit Eschen- und Birkenholz gearbeitet. Tannenholz ist weniger brauchbar, theils weil die Holzsäure schwächer ausfällt, theils auch weil, seiner Leichtigkeit wegen, nur wenig in die Retorte geht. Früh Morgens öffnet man die Retorte, nimmt die Kohle von der vorhergehenden Operation heraus, füllt sie mit Holz, und feuert bis zum Abend, wo die Verkohlung beendigt ist. Während der Nacht läßt man das Ganze abkühlen, so daß die Kohlen am anderen Morgen nicht mehr glühen und, ohne sich an der Luft zu entzünden, herausgenommen werden können, worauf die Retorte wieder mit Holz besetzt wird. Man gewinnt bei jedesmaliger Operation durchschnittlich 35 Gallons rohe Holzsäure, die noch stark mit Theer beladen und von dunkelbrauner Farbe ist. Ihr spez. Gewicht beträgt 1,025, so daß also jene 35 Gallons sehr nahe 300 Pfund wiegen. Die rückständige Kohle beläuft sich auf ⅕ des angewandten Holzes, so daß das entweichende Gas nebst dem Theer 340 Pfund beträgt.

Die zweite Art mit beweglichen blechernen Zylindern, welche früher in französischen Fabriken üblich war, sich aber wegen Vergänglichkeit der Blechzylinder nicht für die Dauer bewährt hat, übergehen wir, um die bessere Einrichtung mit feststehenden Kasten, Fig. 479, noch zu beschreiben.

479



a der aus gegossenen Eisenplatten zusammengesetzte, 5 Fuß hohe, 4 Fuß breite und 5 Fuß lange viereckige Kasten, der in einem Ofen eingemauert und mit Feuerzügen b umgeben ist. c ein Deckel, womit nach der Füllung der Kasten verschlossen wird. Zur Verdichtung der Dämpfe dient das lange im Zickzack hin und her laufende Rohr d d, dessen horizontale

Stücke mit den weiteren Röhren e, e umgeben sind. Aus einem Reservoir g fließt kaltes Wasser unten bei h ein, steigt mittelst der Verbindungsröhren bei i aufwärts und bewirkt so, indem es sich in entgegengesetzter Richtung von jener der Dämpfe fortbewegt, die Abkühlung. Man hat sich übrigens diesen Röhrenapparat viel länger vorzustellen, als er in der Figur abgebildet ist, weil die mit unverdichtbaren Gasarten gemischten Dämpfe des Holzessigs sich nur langsam verdichten. Durch das Rohr k fließt das Kühlwasser ab. Es ist bei diesem Apparat noch die zweckmäßige Einrichtung getroffen, die Gasarten zur Erhitzung des Destillationskastens mit zu benutzen, woraus sich eine sehr bedeutende Ersparniß an Brennmaterial ergibt. Es dient hierzu das mit einem Hahn versehene Rohr n, welches die Gasarten in den Ofen leitet. Die Holzsäure fließt durch das bis nahe auf den Boden des Fasses l herabreichender Rohr o ab, um von hier weiter durch das Rohr m in das zweite Faß zu gelangen.

Man kann als Durchschnittszahl annehmen, daß 80 Zentner Buchenholz 46⅔ Zentner Holzsäure, 6⅔ Zentner Theer und 20¼ Zentner Kohle liefern.

Sehr ausführliche Versuche über die Holzsäuregewinnung sind von Stolze angestellt. Ein Pfund Holz liefert nach ihm 12 bis 15 Loth Flüssigkeit, deren Säuregehalt nach der Natur des Holzes sehr verschieden ist, und in dem Verhältniß von 2:5 differiren kann. Hartes schweres, auf trocknem Boden langsam gewachsenes Holz gibt die stärkste Holzsäure. Von lufttrockenem Rothbuchenholz werden pro Pfund 14½ Loth Holzsäure, 3 Loth Theer und 8 Loth Kohle gewonnen. 1 Loth der Säure sättigt 55 Gran kohlensaures Kali. Rothtannenholz gibt 12 Loth Säure, von welcher das Loth nur 22 Gran kohlensaures Kali sättigt; ferner 5 Loth Theer und 8 Loth Kohle. Holzessig von Weißbuchen-, Birken-, Eichen-, Eschen- und Roßkastanienholz sättigt 45 bis 50 Gran kohlensaures Kali; jener von Weißtannen und Erlenholz 29 bis 30 Gran.

Die Holzsäure wird zum Theil roh verarbeitet, zum Theil gereinigt. Ersteres besonders bei der Bereitung der rohen Thonbeize (essigsaurer Thonerde) für die Kattundruckerei. Man sättigt zu dem Ende die in einem großen Kessel zum Kochen erhitzte Säure mit gebranntem Kalk, schöpft die in großer Menge sich abscheidende theerartige Masse ab, und zersetzt den holzsauren Kalk durch Zusatz einer entsprechenden Menge Alaun, wobei ein Niederschlag von Gyps entsteht, die essigsaure Thonerde aber aufgelöst bleibt. Die so gewonnene Thonbeize ist zwar höchst unrein, findet aber zu dunkleren ordinären Farben beim Kattundruck häufige Anwendung.

Die Reinigung der Holzsäure ist ein Problem, an welchem sich viele Chemiker erfolglos abgemüht haben. Einfache Destillation bewirkt zwar eine theilweise Reinigung, indem dabei eine bedeutende Menge einer theerartigen Masse zurückbleibt, und die Säure fast farblos übergeht; aber sie enthält noch viel Brandöl, welches ihr einen stark brenzlichen Geruch und die Eigenschaft ertheilt, sich an der Luft zu bräunen, und mit Salzbasen verbunden braune, fast schwarze Salze zu liefern. Als beste Reinigungsmethode benutzte man bisher das folgende Verfahren: Die rohe, oder besser, destillirte Holzsäure wurde mit Kalk neutralisirt, der holzsaure Kalk durch schwefelsaures Natron zersetzt — eine Zersetzung, die nie vollständig erfolgt — das gewonnene holzsaure Natron von dem Gyps getrennt, bis zu einem spez. Gewichte von 1,23 abgedampft und in großen Bottigen der Krystallisation überlassen, die nach 3 bis 4 Tagen beendigt ist. Nach dem Ablassen der Mutterlauge wird das holzsaure Natron noch 2 bis 3 Mal umkrystallisirt, und hierauf in einem

großen halbkugelförmigen eisernen Kessel sehr vorsichtig bis zu dem Punkte erhitzt, wo das Brandöl verkohlt, das essigsaure Natron aber zum ruhigen Fluß gekommen ist, eine sehr schwierige Operation, weil bei zu hoch getriebener Hitze das essigsaure Natron sich unter Erglühen in kohlensaures Salz zersetzt. Ist die Schmelzung gelungen, so wird das wieder erstarrte essigsaure Natron in heißem Wasser aufgelöst, von der rückständigen Kohle abfiltrirt und zum Krystallisiren eingedampft. Es erscheint nun ganz farblos und gibt mit Schwefelsäure destillirt eine farblose Essigsäure ohne brenzlichen Geruch. Es gelingt aber selten, diesen Zweck so vollständig zu erreichen, daß man die Säure an Speisen brauchen könnte. Viel einfacher und für technische Zwecke hinreichend ist die in neuerer Zeit aufgekommene Methode, den zum Trocknen abgedampften holzsauren Kalk mit Salzsäure zu destilliren, wobei eine ganz farblose, kaum etwas brenzlich riechende Essigsäure übergeht, die sich zur Bereitung von Bleizucker und anderen essigsauren Salzen sehr gut eignet.

Die anscheinend beste, obwohl unseres Wissens noch nicht im Großen zur Ausführung gekommene Reinigungsmethode ist neuerlich von Reichenbach erfunden, und besteht darin, den getrockneten holzsauren Kalk mit konzentrirter Schwefelsäure zu destilliren. Bei diesem Verfahren, welches aus dem unreinsten holzsauren Kalk, sogenannten Rothsalz, sogleich eine ganz reine Essigsäure liefert, ist nur die Schwierigkeit zu überwinden, daß die Mischung in der Nähe der Wände des Destillirgefäßes bald zur trocknen Masse wird, welche, um die Wärme auch den inneren Theilen zuzuführen, so stark erhitzt werden muß, daß sich schwefelige Säure in beträchtlicher Menge entwickelt. Um diesem Uebelstande vorzubeugen, ist es nothwendig, die Masse von Zeit zu Zeit umzurühren. Der Erfinder empfiehlt als Destillationsgefäß einen großen halbkugelförmigen Kessel von Gußeisen, auf dessen genau abgeschliffenen Rand jener einer gleichen Halbkugel paßt, welche den Deckel bildet, und von welcher ein weites Rohr die Dämpfe der Essigsäure in das Kühlrohr leitet. Nachdem der untere Kessel mit holzsaurem Kalk besetzt und die nöthige Schwefelsäure so rasch wie möglich hinzugerührt worden, wird die Kuppel aufgesetzt und die Destillation bei zuerst gelindem, allmälig zu steigerndem Feuer begonnen. Läßt die Dampfentwickelung nach, so hebt man den Deckel ab, rührt die Masse schnell und stark, setzt den Deckel wieder auf u. s. f. Es will uns bedünken, daß statt dieses mühsamen und jedenfalls mit bedeutendem Verluste an Essigsäure verbundenen Verfahrens sehr wohl eine mechanische Rührvorrichtung angewandt werden könnte, welche während der Destillation die Masse beständig umrührte, ohne daß es nöthig wäre, den Deckel zu öffnen. Um die gewonnene Essigsäure von der nie ganz zu vermeidenden Beimischung einer kleinen Menge schwefliger Säure zu reinigen, unterwirft man sie einer Rektifikation mit etwas Braunstein.

Reine höchst konzentrirte Essigsäure wird am besten durch Destillation von abgewässertem essigsaurem Natron oder Bleizucker mit Schwefelsäure hergestellt, wobei wasserfreies schwefelsaures Natron oder Bleioxyd zurückbleibt, und die Essigsäure in Verbindung mit dem Wassergehalt der Schwefelsäure übergeht. Die Essigsäure nämlich hat mit einigen anderen Säuren, wie z. B. der Salpeter- und der Chlorsäure, die Eigenschaft gemein, ohne einen gewissen Wassergehalt im freien Zustande nicht existiren zu können, und gerade hierin liegt wahrscheinlich der Grund, weßhalb bei der trockenen Destillation wasserfreier essigsaurer Salze ein Theil der Säure zersetzt wird; um nämlich für den unzersetzten Theil das nöthige Wasser zu liefern. Der Wassergehalt der stärksten Essigsäure beträgt 14,89 Prozent.

Die konzentrirte Essigsäure ist ein wasserklares Liquidum von sehr brennendem Geschmack und stechendem Geruch. Das spez. Gewicht = 1,063 wird durch Zusatz einer gewissen Wassermenge erhöhet, nimmt aber, wenn eine gewisse Grenze überschritten wird, wieder ab, daher denn das spez. Gewicht bei der Essigsäure nicht wohl zur Bestimmung ihrer Stärke gebraucht werden kann. Die größte Dichtigkeit findet Statt, wenn die Essigsäure 3 Atome, also 34,20 Prozent Wasser enthält, wie sich aus den folgenden Bestimmungen von Mollerat ergibt.

Mischungen		Enthaltend in 100 Theilen		Spezifisches Gewicht
von konzentrirter Essigsäure	mit Wasser	Wasser	reine Essigsäure	
100	0	14,89	85,11	1,0630
100	9,10	21,98	78,02	1,0742
100	20,45	29,43	70,57	1,0770
100	29,36	34,20	65,80	1,0791
100	39,09	38,82	61,18	1,0763
100	50	43,27	56,73	1,0742
100	60,45	46,95	53,05	1,0728
100	88,63	54,88	45,12	1,0658
100	98,63	57,15	42,85	1,0637
100	102,00	57,87	42,13	1,0630

Man ersieht aus dieser Tabelle, daß eine Essigsäure von 57,87 Proz. Wasser mit der allerstärksten Säure von 14,89 Proz. Wassergehalt im spezifischen Gewicht genau übereinkommt, so auch eine Säure von 43,27 Proz. mit der von 21,98 Proz. Wasser.

Konzentrirte Essisäure brennt, zumal wenn sie zum Sieden erhitzt wird, sehr leicht und mit blauer Flamme ungefähr wie Alkohol. Aus der Luft zieht sie Feuchtigkeit an, daher man sie in sehr wohl verschlossenen Gefäßen aufbewahren muß. Die ganz konzentrirte Essigsäure krystalisirt schon beim Abkühlen auf + 4°, daher der Name Eisessig; mit Wasser verdünnt ist sie viel weniger leicht zum Erstarren zu bringen, so daß eine schwache Säure dadurch bedeutend verstärkt werden kann, daß man sie im Winter dem Froste aussetzt; das Wasser gefriert dann zum großen Theile, die Essigsäure aber nicht, und kann nun von dem Eise abgegossen werden.

Die Essigsäure, C_4 H_6 O_3 wird als ein Oxyd einer hypothetischen Grundlage, des Acetyls, C_4, H_6, betrachtet, welches in Verbindung mit 1 Atom Sauerstoff den Aldehyd oder das Acetyloxyd, mit 2 Atomen Sauerstoff die acetylige Säure (Aldehydsäure, Lampensäure), endlich mit 3 Atomen Sauerstoff die Essigsäure oder Acetylsäure bildet. Sie besteht im wasserfreien Zustande aus 47,10 Kohlenstoff, 5,87 Wasserstoff und 47,03 Sauerstoff; in diesem Zustande findet sie sich in den entwässerten essigsauren Salzen; die reine, obwohl höchst entwässerte Säure enthält noch 1 Atom, oder 14,8 Proz. Wasser.

In konzentrirtem Zustande wird sie eigentlich nur als Riechmittel gebraucht, um bei Ohnmachten und ähnlichen Zufällen einen Reiz auf das Geruchsorgan somit auf das Gehirn hervorzubringen, und die Nerventhätigkeit zu wecken. Auch als Räucherungs-, überhaupt als Desinfizirmittel bei ansteckenden Krankheiten ist sie vielfach in Anwendung gebracht. Ob jedoch in dieser Beziehung irgend ein günstiger Erfolg zu

erwarten ist, scheint noch großen Zweifeln zu unterliegen. Das sogenannte Riechsalz ist nichts weiter als ein wenig pulverisirtes schwefelsaures Kali, das in einem kleinen Gläschen mit konzentrirter, oft durch ätherische Oele parfürmirter Essigsäure angefeuchtet ist.

Als Zusatz zu Speisen ist die konzentrirte Essigsäure aus dem Grunde nicht geeignet, weil sie einen zu brennenden scharfen Geschmack besitzt. Zu diesem Zweck eignet sich viel besser der durch Gährung gebildete Essig, in welchem durch Gegenwart von Schleim und Gummi, oft auch durch andere fremde Beimischungen die Schärfe gemildert und ein angenehmer aromatischer Geschmack bewirkt ist. Selbst der aus Branntwein erzeugte Schnellessig geht in dieser Hinsicht der reinen Essigsäure vor.

Die Bestimmung des Stärkegrades der im Handel vorkommenden Essige geschieht durch Neutralisation mit reinem kohlensauren Kali. Von einem guten Essig kann man verlangen, daß 1 Loth desselben 28 bis 30 Gran kohlensaures Kali neutralisirt, so daß es das gelbe Kurkumepapier nicht mehr braun färbt. Der von Otto angegebene Essigmesser (Acetometer) besteht in einer graduirten Glasröhre, worin der mit etwas Lakmustinktur rothgefärbte Essig durch sehr schwaches Aetzammoniak neutralisirt wird, wo dann die Menge des erforderlichen Ammoniaks den Gehalt an Essigsäure nach Prozenten angibt.

Man hat hier und da den Verdacht erhoben, daß der im Handel vorkommende Essig durch Zusatz von Mineralsäuren verfälscht werde, und besonders einen Zusatz von Schwefelsäure gefürchtet, die sich ihrer Wohlfeilheit wegen allerdings dazu eignen würde, obwohl erfahrungsmäßig eine solche Verfälschung so gut wie nie vorkommt. Man entdeckt die Gegenwart von Schwefelsäure durch Zusatz von etwas salzsaurem Baryt, welcher einen starken weißen Niederschlag von schwefelsaurem Baryt hervorbringt. Da jedoch die Materialien, aus denen gewöhnlicher Essig bereitet wird, oft kleine Mengen von schwefelsauren Salzen enthalten, so darf man eine geringe Fällung oder Trübung durch salzsauren Baryt nicht als Beweis einer absichtlichen Verfälschung mit Schwefelsäure ansehen.

Extrakte. Man versteht hierunter in der Pharmazie den durch Abdampfen von Pflanzensäften, Aufgüssen und Abkochungen erhaltenen, entweder ganz trocknen und harten, oder breiartigen Rückstand. Je nachdem der Auszug mit Wasser, Alkohol oder Aether bereitet ist, unterscheidet man wohl wässerige, geistige und aetherische Extrakte.

Fourcroy, der sich vielfach mit diesem Gegenstande beschäftigte, nahm an, daß in allen Extrakten eine gemeinschaftliche Grundlage enthalten sei, die er Extraktivstoff nannte; Chevreul aber und andere Chemiker haben seitdem dargethan, daß dem nicht so ist, sondern daß dieser Extraktivstoff je nach der Natur des Stoffes, aus welchem er erhalten ist, sehr verschiedene Eigenschaften haben kann. Das Wort Extrakt kann daher nicht zur Bezeichnung eines bestimmten Körpers dienen, sondern bezeichnet nur den Inbegriff aller löslichen Theile einer Pflanze oder eines Pflanzentheiles, der durch vorsichtiges Abdampfen mehr oder weniger zur Trockne gebracht wird.

Die wässerigen Extrakte, und von dieser Art sind die allermeisten, sind eben so mannichfaltig als die Pflanzen, aus denen sie dargestellt wurden. Einige enthalten hauptsächlich nur Zucker oder Gummi und verhalten sich gegen den Organismus ziemlich indifferent, während andere sehr energisch wirkende, zum Theil höchst giftige Stoffe enthalten.

Die Hauptsache bei Bereitung der Extrakte liegt in der vorsichtigen Regulirung der Temperatur, um das Anbrennen zu vermeiden.

Am besten werden die Extrakte aus dem frischen Safte der Pflanze

angefertigt, indem man die Blätter und andere saftreiche Theile in einer kräftigen Schrauben- oder hydraulischen Presse auspreßt, und im Wasserbade bei einer nicht über 40 bis 50° steigenden Temperatur abdampft. Bei Extrakten, die schon eine höhere Temperatur ertragen, kann man mit Vortheil ein Dampfbad anwenden, wo man es in seiner Gewalt hat, durch Spannung der Dämpfe die Temperatur beliebig bis zu einer gewissen Grenze zu steigern.

Wenn es sich darum handelt, aus getrockneten Vegetabilien die auflöslichen Theile durch Wasser, Alkohol oder sonst eine Flüssigkeit auszuziehen, so bedient man sich mit Vortheil der Real'schen Presse. Dieselbe besteht aus einem metallenen Zylinder, welcher sich unten konisch verengt und hier mit einem Hahn versehen ist. Die obere Oeffnung wird, nachdem die zu extrahirenden Theile in den Zylinder eingedrückt sind, durch einen genau schließenden Deckel verschlossen, der eine etwa 10 Fuß hohe und ½ Zoll im Durchmesser haltende Röhre enthält. Man füllt Zylinder und Röhre mit der Flüssigkeit und läßt das Ganze 24 Stunden ruhig stehen, worauf der Hahn geöffnet und die Flüssigkeit abgelassen wird. Der durch die 10 Fuß hohe Flüssigkeitssäule entstehende hydrostatische Druck trägt nicht nur zur vollständigeren Extraktion bei, sondern treibt die Flüssigkeit viel schneller durch die engen Zwischenräume der zu extrahirenden Substanz hindurch, als ohne einen solchen Druck der Fall sein würde. Wenn nun in dem Maße, als die gesättigte Lösung abläuft, oben nachgegossen, das Rohr also stets gefüllt erhalten wird, so werden die unteren Flüssigkeitsschichten fortgeschoben, deplacirt und durch neue Flüssigkeit ersetzt, und man erhält auf solche Art sehr bald die Gesammtmenge der auflöslichen Theile in Gestalt einer möglichst konzentrirten Lösung.

F.

Fahlerz. Ein Kupfererz, welches jedoch oft so bedeutende Mengen Silber enthält daß es dann zu den Silbererzen gerechnet werden darf. Man unterscheidet zwei Arten: 1. das Antimonfahlerz, eine Verbindung von Schwefelkupfer (nebst mehr oder weniger Schwefeleisen und Schwefelsilber) mit Schwefelantimon. 2. Das Arsenikfahlerz, eine gleiche Verbindung, nur mit dem Unterschiede, daß das Antimon durch Arsenik vertreten ist.

Farben. Die Zahl der zum Malen und Anstreichen dienenden Farben ist sehr groß und kann mit Hinzurechnung aller gemischten Farben unbegrenzt genannt werden. Da die Bereitung und Eigenschaften aller wichtigeren Malerfarben in besonderen Artikeln abgehandelt sind, so können wir uns hier auf eine bloße Zusammenstellung und einige kurze Bemerkungen beschränken.

1. Weiße Farben.

a) Bleiweiß. (siehe diesen Artikel.)
b) Zinkweiß. (s. d. A.)
c) Spanisch Weiß, ist fein geschlämmte Kreide.
d) Perlweiß, ist basisches Chlorwismuth, wird kaum gebraucht.

2. Schwarze Farben.

a) Lampenruß und Kienruß. } S. schwarze Farben.
b) Rebenschwarz. }
c) Elfenbeinschwarz und Beinkohle. S. Beinschwarz und Elfenbeinschwarz.

3. Blaue Farben.

a) Berlinerblau, } s. Berlinerblau.
b) Pariserblau, }
c) Mineralblau, s. d. A.
d) Ultramarin, s. d. A.
e) Bremergrün, s. d. A., ist himmelblau und bleibt als Wasser- und Leimfarbe so, wird aber in Oel nach kurzer Zeit grün, daher der Name.
f) Bergblau, s. d. A.
g) Blauer oder Indig-Karmin, s. Indig
h) Kobaltblau und Smalte, s. Kobalt.

4. Rothe Farben.

a) Zinnober, s. d. A.
b) Englischroth (Kolkotbar), ist das bei Bereitung der rauchenden Schwefelsäure als Nebenprodukt entstehende Eisenoxyd, wird nur als ordinäre Anstreichfarbe gebraucht.
c) Chromroth, s. Chrom.
d) Antimonzinnober, ist Schwefelantimon.
e) Quecksilberiodid, durch Fällung von Quecksilberchlorid mit Jodkalium; gelblich zinnoberroth, wird als Farbe kaum gebraucht.
f) Mennige, s. d. A.
g) Karmin, s. Karmin.
h) Karminlack (Florentiner-, Pariser-, Wiener-Lack) s. Karmin.
i) Krapplack, s. Krapp.
k) Safflorroth (Tassen- oder Tellerroth) s. Safflor.
l) Kugellack, eine Verbindung des Brasilienholzfarbstoffes mit Thonerde.

5. Gelbe Farben.

a) Chromgelb, s. Chrom.
b) Kasseler Gelb (Patentgelb, Mineralgelb, Turnersgelb) ist basisches Chlorblei; durch Schmelzen einer Mischung von Bleiglätte mit $\frac{1}{12}$ Salmiak.
c) Neapelgelb, s. d. A.
d) Kadmiumgelb, s. Kadmium.
e) Auripigment (Operment, Rauschgelb), s. d. A.
f) Ocher, s. d. A.
g) Schüttgelb (Sittgelb), Verbindung des Querzitron- oder des Gelbholzfarbstoffes mit Thonerde und Gyps. Gelbholz oder Querzitronrinde wird mit Alaunauflösung abgekocht und sodann durch Kalk gefällt.
h) Gummigutt, s. d. A., dient nur in der Wassermalerei.

6. Grüne Farben.

a) Berggrün,
b) Braunschweigergrün,
c) Scheelesches-, oder Mitis-Grün, } s. Grüne Farben.
d) Veroneser Grün (Grünerde),
e) Saftgrün,
f) Schweinfurter Grün, s. d. A.
g) Chromgrün (auch grüner Zinnober genannt), ein mechanisches Gemeng von Chromgelb und Berlinerblau; die am meisten gebräuchliche grüne Farbe.
h) Bremergrün, s. d. A., ist nur als Oelfarbe grün, sonst blau.

7. Braune Farben.

a) Terra di Siena, ein sehr eisenhaltiger Bolus. Durch mehr oder

weniger starkes Glühen kann die Farbe beliebig in Roth übergeführt werden.

b) Braune Erdfarben in verschiedenen Abstufungen und Nuancen.

c) Umbra (Umbraun), s. d. A.

d) Bister, s. d. A.

e) Braunkohle (Kölnische Umbra).

Man pflegt die Malerfarben in Deck- und Lasurfarben einzutheilen, obwohl eine scharfe Grenze zwischen ihnen nicht existirt; die ersteren sind undurchsichtig, so daß sie den Grund, auf welchen sie aufgetragen werden, nicht durchscheinen lassen. Es gehören dahin die meisten Mineralfarben, obwohl der Grad der Deckkraft sehr variirt. Einige freilich, z. B. Pariserblau, Smalte, decken wenig. Eigentliche Lasurfarben (in Oel) sind Karmin, Karminlack, Pariserblau. Unter Saftfarben versteht man in der Aquarellmalerei solche, die mit dem Wasser eine klare Auflösung, und auf dem Papier eine durchsichtige Farbendecke bilden, z. B. Saftgrün, Gummigutt, Safflorroth.

Ueber Pastellfarben ist der betreffende Artikel nachzusehen; über die zur Glas- und Porzellanmalerei dienenden Farben die Artikel Glasmalerei, Töpferei und Email.

Die zu Versuchen mit der Zauberlaterne, Nebelbildern, bestimmten, auf Glas gemalten Bilder erfordern vollkommen durchsichtige Farben, und würden, mit gewöhnlicher Oelfarbe, selbst Lasurfarben, gemalt, sehr schlechte Wirkung machen. Als Substrat dient für diesen Zweck am besten Mastixfirniß, durch Auflösen von Mastix in Terpenthinöl erhalten, oder recht heller Kopalfirniß. Als Farben dienen a) zu Roth Alkannawurzel. Dieselbe wird mit Weingeist ausgezogen, filtrirt, der Weingeist durch vorsichtiges Abdampfen entfernt und die syrupdicke rothe Farbe im Mastixfirniß aufgelöst. Dieses Alkannaroth zeichnet sich durch vollkommene Durchsichtigkeit aus; in zarten Tinten aber unterliegt es am Lichte sehr dem Bleichen. In solchen Fällen bedient man sich wohl des höchst fein zerriebenen Krapplacks. b) Zu Blau feines Pariserblau mit Mastixfirniß, sehr lange gerieben; c) zu Gelb Gummigut gerade so, wie die Alkannawurzel behandelt; d) zu Braun Asphalt in wenig Terpenthinöl gelöst; e) zu Schwarz Lampenruß.

Färben des Goldes. Da die Goldarbeiten aus einem Gemische von Gold und Kupfer oder — noch gewöhnlicher — von Gold, Silber und Kupfer bestehen, so zeigen sie nach dem Blankschleifen und Poliren, ja selbst nach dem Absieden mit schwacher Salpetersäure, welchem man sie in der Regel unterwirft, eine von der reinen Goldfarbe sehr verschiedene Farbe. Sie erscheinen nämlich bleichröthlich, oder bei vorwiegendem Silberzusatze blaßgelb. Will man den aus legirtem Golde gemachten Artikeln ein hoch goldgelbes Ansehen ertheilen, so geschieht dieß durch das Färben, nämlich durch Kochen in einer Flüssigkeit, welche man Farbe, Goldfarbe nennt.

Das jetzt am meisten gebräuchliche Verfahren ist folgendes: Man nimmt (auf 16 Dukaten schwer Goldwaare) 8 Loth über Feuer abgeknistertes Kochsalz und 16 Loth Salpeter, reibt sie trocken gut zusammen, läßt sie in einem irdenen Topfe mit ein wenig Wasser kochen, und rührt so lange bis das Ganze zu einem trockenen Pulver geworden ist; dann gießt man 12 Loth rauchende Salzsäure hinzu, läßt bis zu völliger Auflösung und sehr merklicher Entwickelung von Chlorgas sieden; bringt nun die Goldwaare hinein und bewegt sie fleißig herum, indem man sie nur zuweilen auf einen Augenblick hebt, um das Hervorkommen der hochgelben Farbe zu beobachten. Gewöhnlich nach 5 bis 6 Minuten,

während die Flüssigkeit stetig kocht und Chlorgas nebst salpetrigsaurem Dampfe ausstößt, ist das Geschäft vollendet: man spült die Gegenstände so rasch als möglich in zwei Gefäßen mit kochendem Wasser, unmittelbar hernach in einer großen Menge kalten Wassers, und taucht sie endlich noch ein Mal in reines kochendes Wasser, damit sie beim Herausziehen schnell von selbst abtrocknen. Wasser zuzusetzen, während die Waare in der Farbe verweilt, muß thunlichst vermieden werden, ist aber nöthig, wenn die Masse durch das Einkochen zu steif wird; das zugefügte Wasser muß jedenfalls kochend sein. Löthstellen färben sich anfangs schwärzlich, werden aber nachher ebenfalls gelb. Die gebrauchte Farbe kann nicht ein zweites Mal angewendet werden, wird aber wegen eines geringen darin befindlichen Goldgehaltes zurückgestellt, und nach Ansammlung einer größeren Menge dadurch zu Gute gemacht, daß man sie mit ein wenig Königswasser versetzt, durch zugefügtes reines Wasser ganz flüssig macht, filtrirt, und durch Eisenvitriolauflösung das Gold als metallisches Pulver niederschlägt.

Die Wirkung der Goldfarbe beruht auf ihrer Fähigkeit, durch das in ihr befindliche (bei dem Zusammenkochen der Salzsäure und des Salpeters entwickelte) Chlor ein wenig Gold aus den hineingebrachten Waaren aufzulösen, und dieses nachher auf die Oberfläche derselben Gegenstände wieder abzusetzen, so daß eine Art Vergoldung auf nassem Wege Statt findet. Goldarbeiten von einem geringern Feingehalte als 14 Karat lassen sich nicht färben, sondern werden in der Farbe schwarz und unansehnlich, weil ihre Oberfläche dem auflösenden Chlor zu wenig Goldtheilchen darbietet.

Färberei. Die Kunst, Wolle, Seide, Baumwolle, Flachs, Haar, Federn und andere organische Stoffe mit Farbstoffen dergestalt zu imprägniren, daß diese weder durch Waschen, noch auch durch den Gebrauch, dem diese Stoffe im gemeinen Leben bei ihrer Anwendung zu Kleidungsstücken, Möbeln u. dergl. unterliegen, sich wieder ablösen. Da sowohl den verschiedenen Farben besondere Artikel gewidmet sind, als Rothfärben, Blaufärben, Gelbfärben, Braunfärben, als auch die wichtigeren Farbstoffe, z. B. Indig, Krapp, Kochenille, u. a. in eigenen Artikeln vorkommen, so kann sich der vorliegende Artikel um so mehr auf die allgemeinen Prinzipien der Färberei beschränken, als eine ausführliche Anleitung in der Färberei ohnehin die Grenzen unseres Werkes weit überschreiten würde.

Die Färberei ist eine der ältesten Künste, und wurde, wie wir aus den Nachrichten des Plinius ersehen, schon von den alten Aegyptern in gewissem Grade rationell betrieben, indem sie sich schon der Beizen bedienten, solcher Substanzen nämlich, die, ohne allein für sich eine Färbung zu bewirken, dennoch die Eigenschaft besitzen, Farbstoffe anzuziehen, und so die Farben auf den Zeugen zu befestigen. Vorzugsweise war es Tyrus, wo die Färberei und der Handel mit gefärbten Stoffen in größter Ausdehnung betrieben wurde. Höchst wahrscheinlich wurde auch der Purpur, der in jenen Zeiten als Symbol fürstlicher und priesterlicher Würde galt, in Tyrus erfunden, welches der Purpurfärberei einen Theil seiner Reichthümer und seiner Größe verdankte. Auch Homer liefert einen Beweis für den hohen Werth und das Alter der Purpurgewänder, indem er seine Helden damit bekleidet. So sollen sich auch Purpurgewänder unter den Geschenken befunden haben, welche die Israeliten von der Beute, die sie den Midianitern abgenommen, dem Gideon machten.

Der zur Purpurfärberei dienende Saft wurde von zwei verschiedenen Schnecken gewonnen, die Plinius unter den Namen purpura und bucci-

num beschreibt. Der Saft soll sich in einem Bläschen in dem Halse der Schnecke, aber in so geringer Menge befinden, daß eine jede nur einen Tropfen davon liefert. Eine weniger lebhafte Farbe soll dadurch gewonnen worden sein, daß man die ganzen Schnecken zerquetschte und zum Färben verwandte. Das von den Alten beobachtete Verfahren beim Purpurfärben bestand darin, daß sie den aus einer großen Menge von Schnecken gesammelten Saft mit etwas Seesalz versetzten und drei Tage lang stehen ließen, ihn dann mit der fünffachen Menge Wasser verdünnten, ihn abermals in gelinder Wärme 6 Tage lang aufbewahrten, mitunter von den sich auf der Oberfläche ansammelnden Membranen reinigten, und nun zum Färben verwandten. Die weiße Wolle wurde mit Kalkwasser oder dem Saft einer Ficusart präparirt, und nun zur Erzeugung des schönsten Tyrusschen Purpurs einer doppelten Färbung unterworfen, indem man sie zuerst in den Saft der purpura und darauf in den von buccinum einlegte. Zum Färben von 50 Gewichtstheilen Wolle waren 100 Theile des präparirten Saftes von purpura und 20 Theile des anderen erforderlich. Mitunter erhielt die Wolle eine vorläufige Färbung mit Coccus, unserem Kermes, und wurde dann nur noch mit dem kostbaren Schneckensaft nachgefärbt.

Der Purpur, wenn auch wahrscheinlich nicht so brillant, wie die Farben, die wir gegenwärtig mit der Kochenille erzeugen, scheint doch sehr dauerhaft gewesen zu sein, denn Plutarch berichtet in seinem Leben Alexanders cap. 36, daß die Griechen in dem Schatz des Königs von Persien eine große Menge Purpurstoff fanden, der, obgleich schon 190 Jahre alt, dennoch seine ganze anfängliche Schönheit besaß.

Die große Mühe beim Zusammenbringen so vieler Purpurschnecken und die Weitläufigkeiten beim Färben damit gaben der Tyrischen purpurgefärbten Wolle einen so hohen Werth, daß zu Augustus Zeit ein Pfund derselben etwa 200 Rthlr. nach unserem jetzigen Geldwerth kostete. Aber ungeachtet dieses enormen Preises kleideten sich die reichen Römer gern in Purpur, bis endlich sich die Kaiser das Recht anmaßten, allein Purpur zu tragen, und allen anderen Personen den Gebrauch desselben untersagten. Dieses Verbot gab der Purpurfärberei bald den Todesstoß; sie ging zuerst in dem westlichen, nachher auch in dem östlichen Theile des römischen Reiches unter, und nur in einigen wenigen kaiserlichen Färbereien hielt sie sich bis zum eilften Jahrhundert.

In Griechenland wurde die Färberei sehr wenig ausgeübt, die Athener trugen meistentheils wollene Zeuge in ihrer natürlichen weißen Farbe; in Rom dagegen scheint sie in einiger Ausdehnung betrieben worden zu sein. Bei den Circensischen Spielen unterschieden sich die verschiedenen Parteien durch die Farbe ihrer Anzüge. Plinius spricht von Grün, Orange, Grau und Weiß. Die Hauptmaterialien der römischen Färber waren: natürlicher stark eisenhaltiger Alaun, Eisenvitriol, Kupfervitriol, Alkanna, das noch jetzt zur Orseillebereitung dienende lichen roccella, Ginster, Krapp, Waid, Galläpfel, Granatkerne und die Früchte einer ägyptischen Acacia.

In neuerer Zeit haben sich Gage, Cole, Plumier, Reaumur und Duhamel mit Versuchen beschäftigt, den antiken Purpur mit dem Safte von Schnecken zu erzeugen, die sie in verschiedenen Gegenden am Meerufer hatten sammeln lassen. Es ist ihnen allerdings gelungen, damit eine purpurrothe Färbung zu erzeugen, die jedoch weit hinter dem Purpur zurückstand, der mit unseren jetzigen Materialien erzielt wird. Der Saft von buccinum ist anfänglich weiß, wird aber an der Luft gelblich-grün mit einem Stich ins Blaue, später geht die Farbe in Roth über, und zuletzt in ein tiefes Purpuroth von ausgezeichneter Lebhaftigkeit. In

völliger Uebereinstimmung hiermit ist das Verhalten des Purpursaftes in dem Werke eines Augenzeugen der antiken Purpurfärberei, der Eudoxia Macrembolitissa, Tochter des Kaisers Konstantin VIII, die im 11. Jahrhundert lebte, beschrieben, worin sie auch eine ganz genaue Anweisung gibt, die Purpurschnecken einzufangen.

Seit der Entdeckung von Amerika sind mehrere der ausgezeichnetsten Farbematerialien, die früher in Europa völlig unbekannt waren, von dorther in den allgemeinen Gebrauch übergegangen, wie z. B. Kochenille, Querzitronrinde, Brasilienholz, Blauholz, Orlean u. a. Auch die eigentliche Indigfärberei ist erst in späteren Jahrhunderten bekannt geworden, denn die Alten benutzten den Indig oder Waid nur als eine blaue Farbe, die sie mechanisch auf die Wolle auftrugen.

Der Hauptgrund aber der außerordentlichen Ueberlegenheit der jetzigen Färberei in Vergleich mit der der alten Völker liegt in der Anwendung von reinem eisenfreien Alaun und von Zinnsalz als Beizen, entweder allein, oder mit anderen Metalloxyden; denn Alaun und Zinnsalz sind es vorzugsweise, denen unsere jetzigen Farben ihre Tiefe, ihr Feuer und ihre große Dauerhaftigkeit verdanken. Eine fernere Vervollkommnung der neueren Färberei liegt in der Kunst, farbige metallische Niederschläge in den Poren der Faser entstehen zu lassen, wie z. B. das Färben mit Berlinerblau, Chromgelb, Manganbraun u. a. m.

Unter der Regierung der Königin Elisabeth kam der Indig als eine höchst giftige Waare dergestalt in Verruf, daß sein Gebrauch durch eine eigene Parlamentsakte verboten wurde. Die Polizeibeamten erhielten Befehl, ihn sowohl wie alles Blauholz, das sie in irgend einer Färberei antreffen würden, ohne Weiteres zu verbrennen, und diese Akte blieb bis zur Zeit Karls II, also fast ein volles Jahrhundert in Wirksamkeit. Ein schlagendes Beispiel von den außerordentlichen Nachtheilen, die der Industrie aus einer schlechten, unwissenden Gesetzgebung entspringen können.

Die Hauptaufgabe der Färberei kommt darauf hinaus, die Gespinnste oder Gewebe mit den Farbstoffen auf solche Art in Verbindung zu bringen, daß sie dem Waschen widerstehen. Es ist nun in dieser Beziehung ein großer Unterschied zwischen den Pigmenten, deren einige, z. B. die des Indigs, Krapps, sich so fest mit der zu färbenden Substanz verbinden, daß sie kaum davon wieder getrennt werden können, während andere, z. B. das Safran- und Kurkumagelb, das Violett der Orseille, durch kein bis jetzt bekanntes Mittel auch nur einigermaßen in dauernde Verbindung mit den Stoffen zu bringen sind. Ein zweiter Unterschied ist von nicht geringerer Wichtigkeit für den Werth der Pigmente, die verschiedene Fähigkeit nämlich, den bleichenden Einwirkungen von Licht und Luft zu widerstehen. Wenn daher im gemeinen Leben die Ausdrücke echt und unecht gebraucht werden, so beziehen sie sich ebensowohl auf die Haltbarkeit beim Waschen als auch auf die Widerstandsfähigkeit gegen das Verbleichen. Auch in dieser letzteren Beziehung stehen die Pigmente des Indigs und des Krapps oben an, welche daher die in jeder Hinsicht echtesten Farben liefern.

Die Befestigung der Farbstoffe kann auf zweifache Art Statt finden; entweder sie treten allein für sich mit dem Zeuge in feste Verbindung, substantive Farben; oder bedürfen dazu eines Zwischenmittels (Beize, Mordant), und können dann adjektive Farben genannt werden. Zu den ersteren gehören vornehmlich Indig, Eisenoxydhydrat und Katechu; zu den letzteren die übrigen Farbstoffe, deren einige freilich auch in Fällen, wo keine sehr dauerhafte Verbindung verlangt wird, als subjektive Farben gebraucht werden können.

Die Ansichten über die Art der Verbindung der (subjektiven) Farbstoffe

mit der Substanz des Zeuges sind getheilt; nach der einen soll die Verbindung eine chemische, nach der anderen eine mechanische sein. Wir müssen uns entschieden zu Gunsten der zweiten Ansicht aussprechen, denn das charakteristische Kennzeichen chemischer Verbindungen, im strengen Sinne des Wortes, besteht darin, das sich zwei Körper in bestimmtem atomistischen Verhältnisse verbinden, und einen neuen, von den sich verbindenden wesentlich verschiedenen Körper erzeugen. Eine solche Veränderung geht offenbar mit dem Farbstoffe nicht vor, weil er ja nach wie vor seine Farbe behält. Die Niederschlagung und Befestigung der Farbstoffe scheint vielmehr eine Wirkung der Adhäsion, also einer mechanischen Anziehung zu sein, und ganz und gar mit der Wirkung der Kohle auf gefärbte Flüssigkeiten übereinzustimmen, einer Wirkung, die offenbar nicht einer chemischen Verbindung zugeschrieben werden kann. Gerade so, wie gewisse Pigmente von der Kohle weit kräftiger absorbirt werden als andere, ist dieses auch der Fall bei der Absorbtion durch die Substanz der Zeuge; gerade so, wie unorganische Farben ihren Auflösungen durch Kohle nicht entzogen werden, werden sie auch von der Substanz der Zeuge nicht aufgenommen. Es ist eine mechanische Anziehung, in Folge deren sich die Pigmente auf der Oberfläche und in den feinen Poren der Zeuge ablagern und so fest gehalten werden, daß sie durch Waschen nicht getrennt werden können.

Noch bestimmter, als bei den subjektiven Farben zeigt sich die rein mechanische Befestigung bei den adjektiven Farben. Hier wird der Stoff successive mit einer Beize und darauf mit der Auflösung des Farbstoffes imprägnirt, wodurch sich aus beiden eine unauflösliche Verbindung (eine Lackfarbe) niederschlägt, die im Moment der Entstehung theils in Folge ihrer Unlöslichkeit, theils auch durch die vorhin besprochene Adhäsion sich in den Poren und auf der Oberfläche des Stoffes befestigt. Die hauptsächlichsten Beizen sind Alaun, essigsaure Thonerde, Eisenvitriol, essigsaures Eisenoxyd, Zinnchlorid und -Chlorür.

Die Hydrate der Thonerde und des Zinnoxydes besitzen in hohem Grade die Eigenschaft, organische Farbstoffe aus ihren Auflösungen abzuscheiden und auf sich niederzuschlagen, wodurch gefärbte Verbindungen, Lackfarben, entstehen; in geringerem Grade besitzen diese Eigenschaft auch die Salze der Thonerde wie des Zinnoxydes und Zinnoxyduls, und diese sind es, deren man sich als Beizen zur Befestigung der Farben bedient. Wolle und Seide werden vorzugsweise mit Alaun und Zinnsalzen, Baumwolle mit basisch schwefelsaurer oder essigsaurer Thonerde gebeizt. Als Eisenbeize dient für Wolle und Seide Eisenvitriol, für Baumwolle essigsaures Eisenoxyd-Oxydul.

Beim Beizen der Wolle und Seide mit Alaun wird dieser nur mechanisch eingesogen, wie denn durch Versuche von Thenard und Roard erwiesen ist, daß man durch oft wiederholte Behandlung mit kochendem Wasser den aufgesogenen Alaun bis auf einen höchst unbedeutenden Verlust, in völlig unverändertem Zustande wieder ausziehen kann. Anders mag es sich mit den Zinnsalzen verhalten, welche sehr geneigt sind, basisch zu werden, und aus welchen sich daher wahrscheinlich ein unauflösliches basisches Salz in den Poren und auf der Oberfläche der Wolle und Seide niederschlägt und befestigt. Ein ähnlicher Vorgang findet ganz bestimmt beim Beizen der Baumwolle mit essigsaurer Thonerde Statt, welche in solchem Grade geneigt ist basisch zu werden, daß schon das bloße Erhitzen der Auflösung hinreicht, eine Abscheidung von basischem Salz zu bewirken. Dasselbe gilt auch für essigsaures Eisen.

Wird nun ein so gebeizter Stoff in die Auflösung eines Pigments, ein Farbebad, getaucht, so bildet sich eine unauflösliche Verbindung des

Pigmentes mit der Base oder Beize (eine Lackfarbe), welche theils schon durch ihre Unauflöslichkeit, theils durch die oben besprochene Adhäsion so fest haftet, daß sie dem Waschen widersteht.

Wolle und Seide sind in weit höherem Grade geneigt, Farbstoffe auf sich niederzuschlagen als Baumwolle. In noch geringerem Grade als diese eignet sich die Flachsfaser zur Färberei, so daß mit Ausnahme des Indigs kein Farbstoff haltbar darauf befestigt werden kann.

Die wichtigeren Farbstoffe sind etwa die folgenden:

1. Zu Roth Kochenille, Kermes, Lac-Dye, Krapp, Brasilienholz, Blauholz, Orseille, Safflor.

2. Zu Gelb Querzitronrinde, Wau, Gelbholz, Scharte, Färberginster, Gelbbeeren, Buchweizenstroh, Orlean und unter den unorganischen Verbindungen Eisenoxydhydrat, chromsaures Blei. Auch Indig gibt eine orangegelbe Farbe, wenn man die erst blau gefärbten Stoffe mit Salpetersäure behandelt.

3. Zu Blau Indig, Waid, Blauholz (mit Kupfersalzen), Berlinerblau.

4. Zu Schwarz Galläpfel, Sumach, Blauholz und andere Gerbsäure haltende vegetabilische Stoffe im Verein mit Eisenbeize.

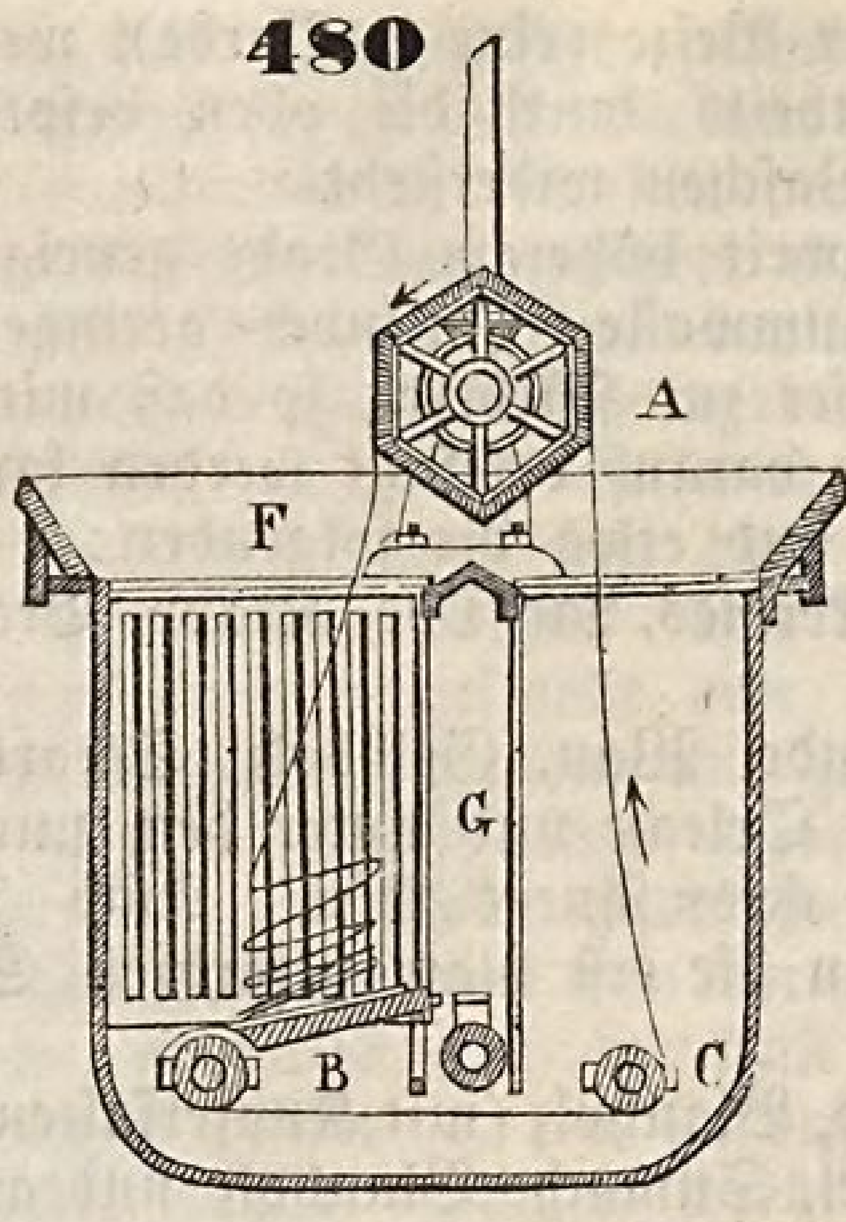
5. Zu Grün. Dieses wird in der Färberei stets aus Blau und Gelb zusammengesetzt, indem ursprünglich grüne Pigmente, wie Saftgrün, Chromgrün und Schweinfurter Grün keine Anwendung finden.

6. Zu Orange Orlean, Mischungen von Roth und Gelb, basisch chromsaures Blei.

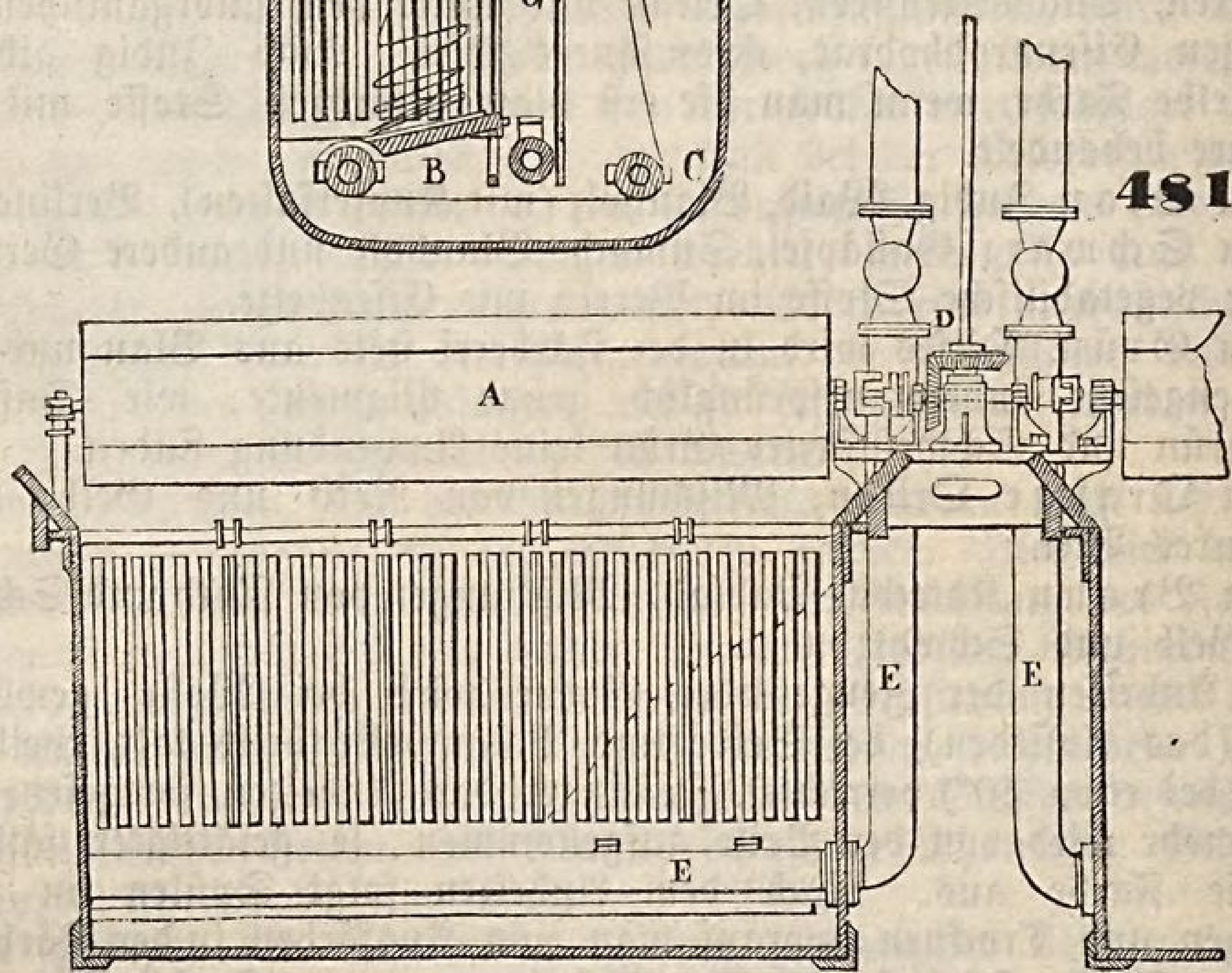
7. Zu Braun Katechu, Bablah, Mischungen von Roth und Schwarz; Roth, Gelb und Schwarz u. a.

Das Anbeizen der Zeuge oder Garne wird bei Wolle gewöhnlich siedend (das Ansieden), bei Seide und Baumwolle theils kalt, theils nur warm, (bei etwa 40°) verrichtet. Je länger das Anbeizen fortgesetzt wird, um so mehr wird von der Beize aufgenommen, je gesättigter fällt also auch die Farbe aus. Nach dem Anbeizen folgt Spülen im Flusse, Ausringen und Trocknen, worauf man zum Ausfärben in der Färbeflotte schreitet. Solche Färbeflotten sind Abkochungen von Farbstoffen, die in kupfernen, stark verzinnten, oder wo die Gegenwart von Eisen nicht nachtheilig ist, in gußeisernen Kesseln bereitet werden, die man entweder direkt durch Feuer oder jetzt sehr häufig durch eingeleiteten Dampf erhitzt. Soll Flockwolle gefärbt werden, so wirft man sie in das Bad, und nimmt sie mit Stöcken so lange herum, bis die bezweckte Farbe hervorgekommen ist. Gespinnste werden, auf Stöcke gehängt, eingetaucht; Gewebe mittelst eines Haspels in steter Bewegung gehalten, damit sie überall gleichmäßig ausgefärbt werden. Diese Haspel bestehen aus 6 oder 8 hölzernen Leisten, die in Gestalt eines regulären Sechs- oder Achtecks an einer drehbaren Welle sitzen, sich über dem Färbekessel befinden und entweder aus freier Hand oder durch eine Maschinerie gedreht werden. Von letzterer Art ist der in Fig. 480 und 481 abgebildete Farbkessel, deren erstere ihn im Querschnitt, die letztere im Längendurchschnitt darstellt. Ueber dem Kessel, der mit einem schräg ausgebogenen Rande versehen ist, befindet sich der Haspel, der in einer horizontalen eisernen Welle besteht, die an jedem Ende mit 6 eisernen Armen oder Speichen versehen ist, die einen sechsseitigen Kranz tragen. Auf diesen beiden Kränzen sind die Enden von sechs Brettern befestigt, die solchergestalt eine sechsseitige Walze darstellen. Nahe über dem Boden des Kessels sind die beiden horizontalen Walzen B und C, unter welchen die zu einem einzigen endlosen Stücke zusammengenähten Zeuge beim Umdrehen des Haspels in der Richtung der Pfeile hindurchlaufen. Nahe über der Walze B ist ein schräg liegendes Brett angebracht, auf welchem

480



481



sich der Zeug, so wie er von dem Haspel herabkommt, ablagert, und von welchem er durch den Zug des Haspels beständig wieder fortgezogen wird. Der Kessel ist durch zwei hölzerne, der Länge nach durch ihn hindurchlaufende vertikale Gitter (Fig. 480) in drei Abtheilungen getheilt, in deren einer die Zeuge herabsinken, während sie in der entgegengesetzten heraufsteigen. Die mittlere schmalere Abtheilung G dient zum Einbringen der Farbstoffe. Ein solcher Farbkessel hat gewöhnlich eine Länge von 6 Fuß, eine Breite von 3½ Fuß und eine Tiefe von ebenfalls 3½ Fuß, mit Ausschluß des 9 Zoll hohen Randes. Bei dieser Länge des Kessels können mehrere Stücke Zeug zugleich neben einander über den Haspel laufen, zu welchem Ende der Kessel auch der Quere nach durch hölzerne Gitter (Fig. 480) in mehrere Abtheilungen getheilt ist, in deren jeder ein endloses Stück Zeug herumgehaspelt wird. In den meisten Färbereien befinden sich allemal zwei solcher Färbekessel neben einander, wie in Fig. 481 angedeutet ist. Die durch eine Dampfmaschine oder eine anderweitige Triebkraft erzeugte Bewegung theilt sich durch die vertikale Welle D und zwei konische Räder einer kurzen horizontalen Welle mit, welche wieder mittelst der aus der Figur ersichtlichen Auslösung mit den Haspeln beliebig in oder außer Verbindung gesetzt werden kann. Zu beiden Seiten von D steigen die mit Hähnen versehenen Dampfröhren E E herab, treten unten in die Kessel ein, und haben in diesem unteren horizontalen Theile eine Menge kleiner Oeffnungen, durch welche der Dampf in das Farbebad gelangt. Die horizontalen Dampfröhren

liegen in der mittleren Abtheilung G, wie auch aus Fig. 480 ersichtlich ist, so daß die Hitze zunächst die in diese Abtheilung eingebrachten Farbmaterialien trifft, und die Ausziehung der löslichen Theile bewirkt. Die Arbeit kann auf solche Weise ununterbrochen fortgehen, wenn nur dafür gesorgt wird, daß von Zeit zu Zeit die erschöpften Farbmaterialien beseitigt und durch frische ersetzt werden.

Nach diesen allgemeinen Vorbemerkungen lassen wir noch einiges Nähere über Woll-, Seiden- und Baumwollfärberei folgen.

A. Wollfärberei.

Die vom Thiere geschorene Wolle ist mit Schweiß, einer Mischung von Kaliseife und verschiedenen Kalisalzen beladen, dessen Menge besonders bei feinen Wollsorten bis zu 60 Prozent steigen kann. Man entschweißt sie durch Waschen mit einer auf etwa 50 Grad erwärmten Mischung von Flußwasser und ¼ gefaultem Harn, drückt sie aus, spült im Flusse und trocknet sie auf Horden; worauf sie gefärbt werden kann. Wollgarne, welche zum Behufe des Spinnens mit Oel getränkt sind, müssen, bevor sie gefärbt werden können, davon gereinigt werden, zu welchem Zweck man sie mit grüner Seife und einem Zusatz von Pottasche wäscht. Gewebe werden durch Walken und darauf folgendes Waschen von allem Fette gereinigt und dann im Stück gefärbt.

Zum Anbeizen der Wolle dient fast zu allen Farben Alaun und Weinstein, zu Schwarz und Grau Eisen- und Kupfervitriol nebst Weinstein. Zinnsalze, sowohl Oxydul- als Oxydsalze mit überschüssiger Säure, in Verbindung mit Weinstein dienen besonders zur Rothfärberei mit Kochenille und Lac-Dye, und zum Gelbfärben mit Querzitron. Blau wird mit Indig und mit Kaliumeisencyanid gefärbt. (S. Blaufärben).

B. Seidenfärberei.

Die Seide, welche auf der Oberfläche mit einem gummiartigen Ueberzuge versehen ist, wird entweder im rohen unentschälten Zustande gefärbt, oder zu klaren, schönen Farben erst entschält und gebleicht. (S. Bleichen).

Zum Zweck des Färbens wird für die meisten Farben erst alaunt, indem man die Seide in eine kalte, oder auf 40° erwärmte Alaunauflösung hängt. Auf jedes Pfund Seide können 6 bis 8 Loth Alaun und so viel Wasser genommen werden, daß es die Seide reichlich bedeckt. Soll Zinnsalz als Beize dienen, so kommen die sogenannten Physikbäder zur Anwendung; sie werden zu Lilas, Violett und Pensée mit Blauholz, zu Karmoisin und Ponceau mit Rothholz bereitet, indem man diese Hölzer mit Wasser abkocht, die abgeseihete Flüssigkeit durch Abdampfen konzentrirt und nun mit Zinnchlorid (einer Auflösung von Zinn in Königswasser) und Weingeist versetzt. Zu Ponceau aus Kochenille wird Zinnchlorür (Auflösung von Zinn in Salzsäure) angewandt.

Es werden in der Seidenfärberei besonders die folgenden Farbstoffe angewandt:

Zu Blau schwefelsaure Indiglösung, Berlinerblau. Um dieses letztere auf Seide anzuwenden (Bleu Raymond), wird dieselbe mit salpetersaurem Eisenoxyd angebeizt, sodann gespült, mit siedender Seifenauflösung behandelt, wieder gespült und sodann in einer Auflösung von Blutlaugensalz, die mit Salzsäure angesäuert worden, ausgefärbt.

Zu Roth Kochenille, Rothholz, Safflor (zu Rosa);

zu Gelb Querzitronrinde, Wau;

zu Orange Orlean;

zu Schwarz wird die rohe unentschälte Seide mit schwefelsaurem oder salpetersaurem Eisenoxyd angebeizt, gewaschen und in einer Abkochung von Blauholz oder Knoppern bei etwa 25° C ausgefärbt.

C. Baumwollfärberei.

Zu allen helleren zarteren Farben kann nur gebleichte Baumwolle (s. Bleichen), zu dunklen Farben auch ungebleichte Baumwolle genommen werden. Zum Beizen eignen sich die essigsauren Salze am besten, namentlich essigsaure Thonerde und essigsaures Eisenoxyd-Oxydul, doch werden auch schwefelsaure Salze, z. B. in der Türkischrothfärberei Alaun angewandt. Es werden vorzüglich die folgenden Farbstoffe benutzt:

Zu Blau Indig, und zwar theils die warme Pottaschküpe, zum Theil die kalte Küpe, seltener schwefelsaure Indiglösung. (M. s. über die Küpen den Artikel Indig.) Berlinerblau, durch Beizen mit essigsaurer Eisenbeize und Ausfärben mit Blutlaugensalz;

zu Schwarz und Grau: Blauholz und Knoppern nach vorhergegangenem Anbeizen mit Eisenbeize;

zu Roth Krapp, nachdem mit essigsaurer Thonbeize angebeizt worden. Ueber die Türkischrothfärberei enthält der Artikel Krapp das Nähere. Safflor zu Rosa;

zu Braun Krapp, Galläpfel, Bablah,

zu Violett Blauholz, Rothholz, kurz die zur Blau- und Rothfärberei dienenden Pigmente im Verein;

zu Gelb Querzitronrinde, Gelbholz, Wau, Buchweizenstroh, nach vorhergegangenem Anbeizen mit essigsaurer Thonbeize.

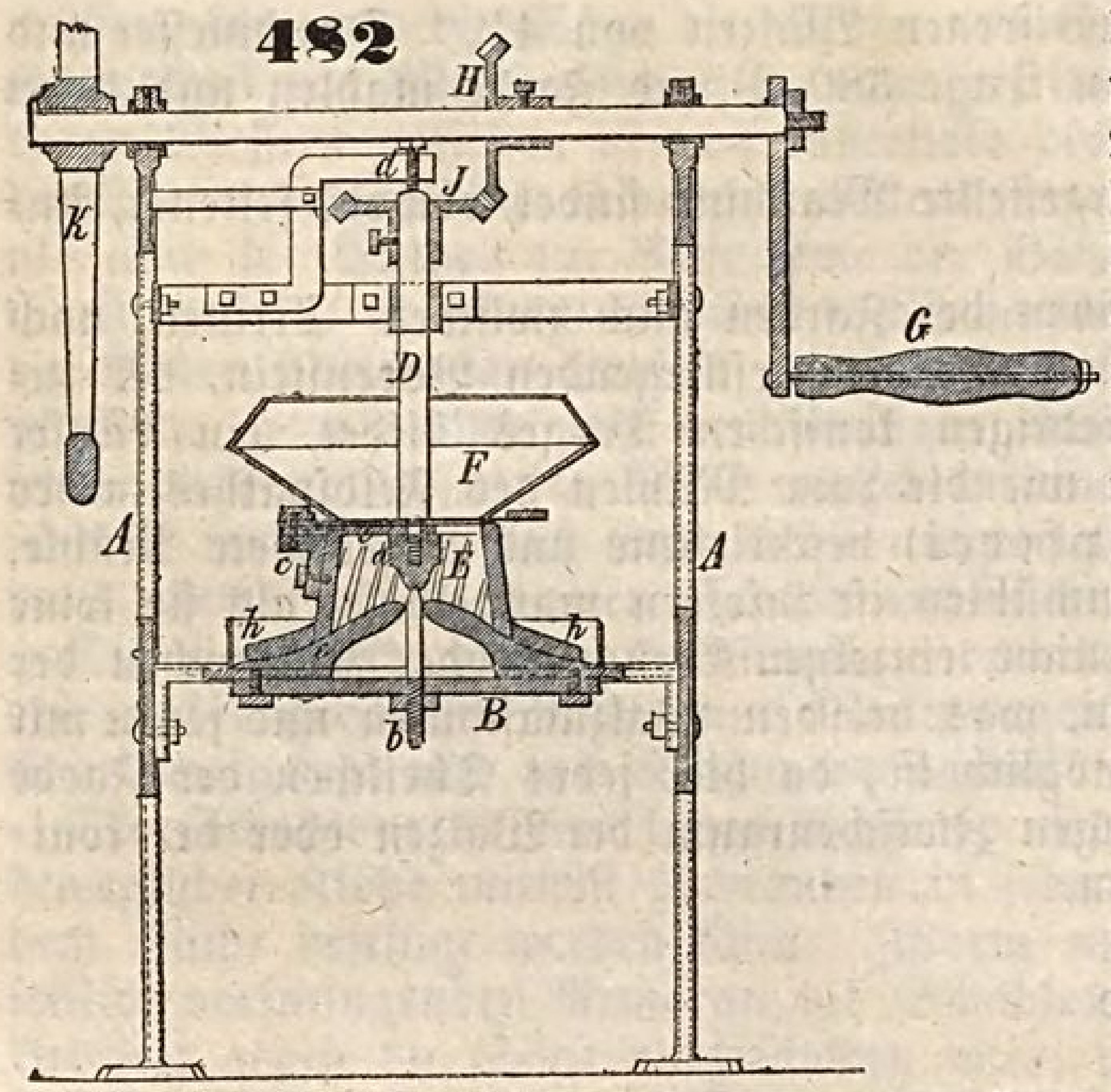
Mehrere Farben, besonders die Krappfarben, werden zuletzt dem Schönen unterworfen, indem man die fertig gefärbten Garne oder Gewebe mit einem kochenden Seifenbad behandelt. Die Farbe verliert dadurch allerdings an Intensität, gewinnt aber bedeutend an Reinheit und Zartheit.

Farbereiben. Das Reiben der Malerfarben geschieht sehr häufig noch jetzt aus freier Hand mit Farbstein und Läufer, ist aber eine höchst zeitraubende und langweilige Arbeit. Sie ließe sich ungemein erleichtern, wenn die Farben, besonders das Bleiweiß, welches in so großen Quantitäten gebraucht wird, gleich als fein gemahlene Pulver in den Handel kämen. Es herrscht aber von Seiten der Konsumenten ein Vorurtheil gegen solche fein gemahlene Farben, und sie fragen nicht darnach, daß sich die armen Lehrlinge mit dem leidigen Farbereiben plagen und langweilen müssen.

Wo es sich um kleine Quantitäten handelt, empfiehlt sich allerdings das Reiben mit Farbstein und Läufer durch Einfachheit, sowie dadurch, daß die ganze Menge der geriebenen Farbe leicht und vollständig abgenommen werden kann. Beim Reiben größerer Quantitäten einer und derselben Farbe aber verdienen Reibmaschinen jedenfalls den Vorzug.

Eine Farbreibmaschine, deren Wirkungsart mit jener der Handarbeit ziemlich nahe übereinstimmt, besteht in einem großen runden Reibsteine, auf welchem ein kleinerer, dessen Durchmesser etwa ⅓ von dem des großen beträgt, durch einen Mechanismus im Kreise herumgeführt, und während dem beständig um seine eigene Achse gedreht wird.

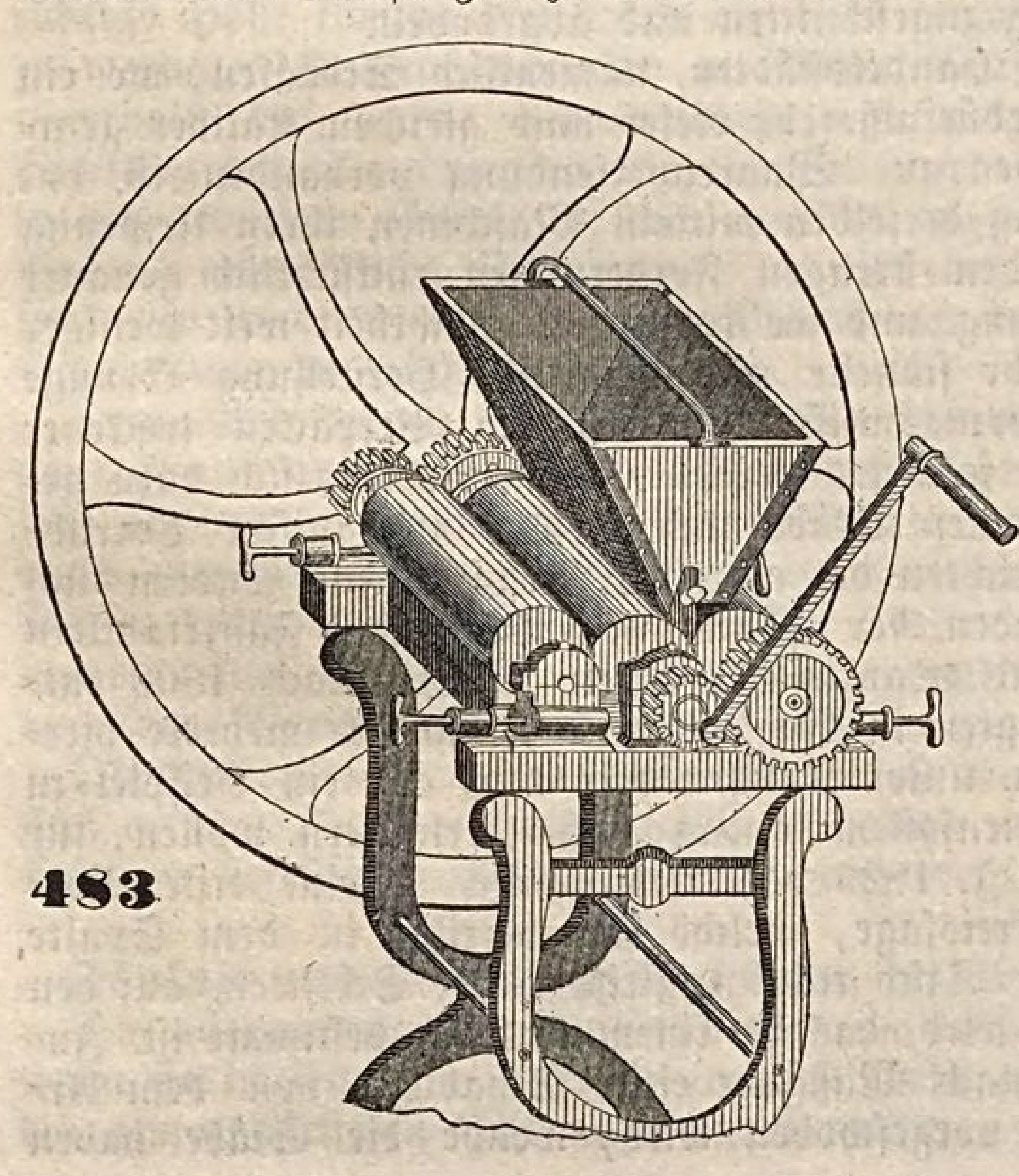
Recht wirksam und durch vielfältige Anwendung erprobt ist die in Fig. 482 abgebildete Farbenreibmaschine des Zeugschmiedes Rummel. Auf einem gußeisernen Gestelle A B ist durch Schrauben das gleichfalls gußeiserne Bodenstück C befestigt, auf welchem der auf der Innenseite gefurchte gußeiserne Läufer E, dessen Gestalt sich aus der Zeichnung ergibt, sich dreht. Derselbe ist durch die Mutter a, den dreiarmigen Stern e und die Winkelstücke c an der stehenden Welle D befestigt und trägt zugleich den Aufgebetrichter F. Die Drehung der Welle wird mittelst



482

der Kurbel G und der konischen Räder H und J bewirkt; ein Schwungrad K dient zur Erleichterung. Um den Druck des Läufers gegen das Bodenstück beliebig reguliren zu können, dienen die beiden Stellschrauben b und d. Die in den Trichter gegebene Farbe geht langsam zwischen Läufer und Bodenstück hindurch, sammelt sich in der kreisförmigen Rinne h und fließt von hier ab. Auf einer Maschine mit 14zölligem Durchmesser des Läufers, welche von dem Verfertiger J. A. Rummel in Chemnitz zu 40 Rthlr. geliefert wird, kann täglich 1 Zentner Oelfarbe gerieben werden. Größere Maschinen von 2 Fuß Durchmesser kosten 100 Rthlr. — Dieser ziemlich ähnlich ist die in dem Artikel Buchdruckerfarbe beschriebene und in Fig. 203 — 206 abgebildete Maschine, welche auch zum Reiben anderer Oelfarben gebraucht werden kann..

Zum eigentlich fabrikmäßigen Betriebe eignen sich besonders die Maschinen mit Walzen, deren zwei oder drei fest an einander gedrückt, sich mit ungleicher Geschwindigkeit umdrehen. Solche Walzmaschinen werden ganz ähnlich wie die zum Reiben der Chokolate dienende, in dem betreffenden Artikel beschriebene und in Figur 235 und 236 abgebildete Maschine in besonderer Vollkommenheit von Hermann in Paris geliefert. Sie sind zwar eigentlich zum Reiben der Buchdruckerfarbe bestimmt, können aber ebenso gut zu allen anderen Oelfarben dienen. Figur 483 zeigt eine solche. Die mittlere Walze wird entweder durch Handarbeit oder Elementarkraft gedreht und setzt durch gezahnte Räder die beiden anderen ebenfalls in Drehung, jedoch mit ungleicher Geschwindigkeit; da nämlich das Rad der ersten Walze zur Rechten größer ist, als das der mittleren, so dreht sich auch die erstere langsamer; dagegen ist die Drehung der Walze zur Linken schneller, als die der mittleren. Die Entfernung der Walzen von einander kann durch Stellschrauben regulirt werden. Die Walzen selbst sind, je nachdem der Zweck es erfordert, von Granit oder Gußeisen.



483

Eine solche Maschine mit gußeisernen Walzen von 4½″ Durchmesser und 15 Zoll Länge soll in einem Tage 380 Pfund Farbe mahlen und kostet 350 Franken.

Auch die in Fig. 237 dargestellte Maschine findet, obwohl seltener, Anwendung zum Farbenreiben.

Endlich geschieht das Reiben der Farben auch zwischen Steinen, nach Art einer Senfmühle, indem auf einem festliegenden Bodenstein, der zugleich den Boden eines niedrigen konischen Troges bildet, ein Läufer sich dreht, ganz in der Art, wie die zum Mahlen des Feldspathes in der Porzellanfabrikation (s. Töpferei) beschriebene und abgebildete Mühle. Die Wirkung solcher Farbenmühlen ist insofern mangelhaft, als sie keine Sicherheit gewähren, daß nicht einzelne Körnchen oder Klümpchen der Farbe der Reibung entgehen, was bei den Walzmaschinen und jenen mit konischem Embolus nicht möglich ist, da hier jedes Theilchen der Farbe gezwungen ist, durch den engen Zwischenraum der Walzen oder der konischen Reiber hindurchzugehen.

Färberröthe, s. Krapp.

Fässer, die Hauptarbeit des Böttchers, erfordern, wenn sie zur Aufnahme von Flüssigkeiten bestimmt sind und untadelhaft hergestellt werden sollen, die Auswahl guten Holzes (am besten Eichenholz und zwar nicht mit der Säge zugeschnitten, sondern gespalten) und sehr sorgfältige Ausarbeitung. Die rohen Stäbe oder Dauben werden durch Behauen mit dem Beile, Beschneiden mit Zugmessern und Abhobeln zugerichtet; die Vereinigung derselben (das Aufsetzen des Fasses) geschieht durch Antreiben von Reifen, welche alle Dauben gleichmäßig zu Annahme der entsprechenden Krümmung nöthigen, welche Wirkung man durch Feuer oder durch Dämpfen (Tränkung mit Wasserdampf in einem Dampfkasten) unterstützt. Die beiden Enden des Fasses werden dann mit der Säge beschnitten, durch Abhobeln vollendet und mit der Rinne zum Einsetzen der Böden versehen; die Böden selbst aber aus Stäben zusammengesetzt, in der gehörigen Rundung zugeschnitten und abgehobelt.

In großen Fabrik- und Handelsstädten, namentlich Seehäfen, wo ein fortwährendes örtliches Bedürfniß sehr vieler nach gleichem Kaliber gearbeiteter Fässer und Tonnen zur Waarenversendung vorhanden ist, hat die fabrikmäßige Erzeugung derselben mittelst Maschinen ihren Ursprung genommen, welche jedoch den strengen Forderungen rücksichtlich genauer Form, sauberer Ausarbeitung und vollkommener Dichtheit weit weniger als dem Anspruche auf sehr schnelle und wohlfeile Herstellung Genüge leisten kann, weßhalb vorzugsweise Tonnen zum Verpacken trockener Waaren auf diesem Wege fabrizirt werden. Man bedient sich dazu gesägter Bretter statt gespaltener Stäbe und wendet mechanische Vorrichtungen nicht nur zum Zurichten der einzelnen Bestandtheile, sondern auch zum Aufsetzen und Vollenden der Fässer an. Die ersten Fässerfabriken scheinen in Schottland, und zwar in den ersten Jahren nach 1800 entstanden zu sein; später folgten in England und Frankreich mehrere hierher bezügliche Erfindungen, unter welchen wir nur, um ein Beispiel zu geben, dasjenige Maschinensystem etwas näher erläutern wollen, für welches Sam. Brown i. J. 1825 patentirt wurde. Seine erste Vorrichtung besteht in einer Kreissäge, welche sich vertikal in dem Spalte eines Tisches dreht. Der Tisch trägt zugleich einen Schlitten, auf den das Stück Holz aufgelegt wird, das zu einem Faßstab bestimmt ist. Indem nun dieser Schlitten nach Maßgabe einer Schablone von dem Arbeiter genau in der Kurve vorgeschoben wird, welche die Stäbe haben

müssen, schneidet die Säge die Stäbe mit Genauigkeit aus. Der zweite Haupttheil des Mechanismus ist eine vertikale Welle, die mit verschiedenen Messern versehen ist und innerhalb des Fasses gedreht wird, wobei die Messer sowohl die obere und untere Seite des Faßrandes abgleichen, als auch die Nuthen zur Aufnahme der Böden ausarbeiten. Der dritte Theil besteht in einem ähnlichen Mechanismus, durch welchen die für die Böden bestimmten Bretter zusammengehalten und kreisförmig ausgeschnitten, so wie auch mit der nöthigen Abschrägung des Randes versehen werden; der vierte Theil endlich in einer Maschine, in welcher das so weit fertige Faß auf einer Achse umgetrieben, und wie auf der Drehbank mittelst eines scharfen Stahls äußerlich abgedreht wird.

Die Holzstücke, die zu den Stäben verarbeitet werden sollen, werden erst in der gehörigen Länge und Breite zugeschnitten, auf den erwähnten Schlitten gelegt und mit Klammern darauf befestigt.

Die Schablone ist eine lange biegsame Stange, die durch eine Reihe beweglicher Klötze mittelst Schrauben in jeder beliebigen Krümmung auf dem Tische befestigt werden kann. Indem nun der Schlitten mit einem seitlich vorspringenden Arme an die Schablone angedrückt und von dem Arbeiter gegen die Säge vorgeschoben wird, beschreibt er nebst dem darauf befestigten Holze die verlangte Kurve. Die Kreissäge wird während dem durch irgend eine Triebkraft vermittelst eines Riemens oder einer Schnur ohne Ende sehr schnell und kräftig gedreht. Der Schlitten mit dem Holze wird durch eine einfache Vorrichtung stets gleichmäßig gegen die Schablone gedrückt, durch Drehen an einer Kurbel vorgeschoben und nach vollendetem Schnitt zurückgezogen, worauf dann auch die gegenüberliegende Seite des Holzes beschnitten wird.

Hat man solchergestalt die zu einem Fasse nöthige Menge von Stäben fertig, so setzt man die unteren Enden in einen Ring zusammen und zieht sie durch provisorische Bänder, wie dieß auch beim gewöhnlichen Faßbinden geschieht, zusammen. Hierauf wird das Faß in einem eigenen Gerüst auf eine horizontale Unterlage gestellt, die mittelst eines Hebels beliebig gehoben und gesenkt werden kann, so daß der obere Rand genau in die richtige Höhe kommt, um durch die oben erwähnte Maschine abgeglichen zu werden. Indem nun die an dieser Maschine befindlichen Messer innerhalb des Fasses herumgedreht und zu gleicher Zeit auch in der Richtung des Durchmessers vorgeschoben werden, schneiden sie die Stäbe in der gehörigen Ebene ab, und arbeiten zugleich die zur Aufnahme des Bodens erforderliche Nuth aus. Ist die eine Seite des Fasses so weit fertig, so wird es umgedreht, um auch an dem anderen Ende dieselbe Bearbeitung zu erfahren.

Demnächst werden die zu den Böden bestimmten Brettstücke in einer ganz ähnlichen Maschine, wie die vorher beschriebene, mittelst einer Kreissäge an beiden Seiten geradlinig beschnitten, dann nebeneinander gelegt, durch eine eigene Vorrichtung fest zusammengedrückt, worauf dann ein Messer durch eine Maschine in einem Kreise von entsprechender Größe herumgeführt wird, den Boden genau rund ausschneidet und zugleich auch den Rand mit der nöthigen schrägen Zuschärfung versieht.

Die Böden werden dann wie gewöhnlich eingesetzt, hierauf das ganze Faß in eine Art Drehbank eingespannt, und mittelst eines auf einer Art Support befestigten Eisens äußerlich abgedreht, worauf es fertig ist.

Fäulniß und Mittel zur Verhütung derselben.

Die allermeisten vegetabilischen und animalischen Substanzen erleiden, wenn sie in feuchtem Zustande und bei mehr oder weniger freiem Zutritt der atmosphärischen Luft aufbewahrt werden, die zwar den äußeren Er-

scheinungen nach sehr bekannte, den chemischen Vorgängen nach jedoch noch sehr unvollständig erklärte Entmischung, die mit dem allgemeinen Namen **Fäulniß** belegt wird, aber ohne Zweifel je nach der Zusammensetzung des faulenden Körpers sehr verschieden ist, und selbst bei einem und demselben Körper in einer Reihenfolge verschiedener, vielleicht sehr komplizirter chemischer Prozesse besteht.

Nach dieser Definition müssen auch die Wein- und die saure **Gährung** hierher gerechnet werden, die aber theils der dabei Statt findenden Erscheinungen, theils und besonders der dabei entstehenden Produkte (Alkohol- und Kohlensäure bei der Wein-, Essigsäure bei der Essiggährung) wegen gewöhnlich als besondere Entmischungsprozesse von der speziell sogenannten Fäulniß oder fauligen Gährung unterschieden werden.

Die Erscheinungen bei der Fäulniß in dem letzteren Sinne bestehen im Allgemeinen darin, daß die faulende Substanz allmälig ihren Zusammenhang verliert, häufig eine breiartige Beschaffenheit annimmt, dabei einen mehr oder weniger stinkenden Geruch entwickelt, und endlich zu einer lockeren, fast pulverförmigen Masse, Moder, austrocknet.

Stickstoff haltende, also besonders thierische Stoffe unterliegen der Fäulniß weit eher, und machen sie weit schneller durch, als die stickstofffreien organischen Verbindungen; ja es sind unter diesen mehrere, wie z. B. die Harze, die Fette, die flüchtigen Oele und einige andere, die der eigentlichen Fäulniß gar nicht fähig zu sein scheinen, die daher auch beim Faulen solcher Körper, in denen sie sich vorfanden, unverändert zurückbleiben.

Die Fäulniß stickstoffhaltiger Substanzen gibt sich besonders durch einen unerträglichen Gestank zu erkennen, wovon bei stickstofffreien Körpern wenig zu bemerken ist.

Unsere Kenntnisse hinsichtlich der dabei eintretenden chemischen Zersetzungen beschränken sich auf etwa das Folgende: Es wird zuerst Sauerstoff aus der Luft aufgenommen, der sich ganz oder doch größtentheils mit Kohlenstoff zu Kohlensäure verbindet, die gasförmig entweicht. Die Fäulniß verdient daher streng genommen nicht den Namen einer Selbstentmischung, denn sie tritt nicht von selbst in den organischen Substanzen ein, so lange diese allen äußeren Einwirkungen fremder Agentien entzogen sind, worauf sich die verschiedenen Mittel zur Verhinderung der Fäulniß gründen, die weiter unten angegeben werden sollen.

Hat nun durch Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffes die Fäulniß ein Mal ihren Anfang genommen, so schreitet sie, wie es scheint, selbst ohne allen ferneren Zutritt von Sauerstoffgas fort, jedoch mit verschiedenen Erscheinungen, je nachdem der freie Zutritt des Sauerstoffes gestattet oder mehr oder weniger gehindert ist. Bei Absperrung des Sauerstoffzutrittes nach Eintritt der Fäulniß ist ihr Verlauf jedenfalls sehr langsam, wie man dieses an den blechernen verlötheten Büchsen beobachten kann, in welchen Fleisch nach der Appert'schen Methode, von welcher weiter unten die Rede sein wird, eingeschlossen ist. In diese Büchsen nämlich wird das fertig zubereitete Fleisch gethan, die Büchse dann mit stark eingekochter Brühe völlig angefüllt und luftdicht verlöthet. Ist diese Füllung richtig beschafft, so hält sich das Fleisch jahrelang, ohne übelschmeckend zu werden; ist jedoch die kleinste Menge Luft in der Büchse geblieben, so tritt allmälig Fäulniß ein; es entwickeln sich Gasarten (kohlensaures Gas), wodurch die flachen Böden der zylindrischen Büchse in sehr bemerklichem Grade bauchig aufgetrieben werden. Ist jedoch dieser Punkt einmal eingetreten, so geht die fernere Zersetzung außerordentlich langsam, oder vielmehr in kaum bemerkbarem Grade vor sich.

Ein zweites Produkt neben der Kohlensäure, das inzwischen nur bei

stickstoffhaltigen Stoffen entsteht, für die Fäulniß dieser aber besonders charakteristisch ist, ist Ammoniak durch den Zusammentritt von Stickstoff und Wasserstoff gebildet. Dieses veranlaßt nicht nur zum großen Theile den widrigen Geruch bei der Fäulniß thierischer Körper, sondern scheint auch dazu beizutragen, das schnelle Aufweichen und somit den raschen Fortschritt des Zersetzungsprozesses zu fördern.

Ein ferneres Produkt, dessen Bildung besonders bei der Fäulniß unter Wasser beobachtet wird, ist die Sumpfluft (Kohlenwasserstoffgas). Thierische Stoffe, in deren Zusammensetzung häufig etwas Schwefel eingeht, entwickeln, wie dieß beim Faulen der Eier am entschiedensten hervortritt, Schwefelwasserstoff. Ob sich in Folge eines Phosphorgehaltes auch Phosphorwasserstoff entwickeln könne, wodurch man wohl das Phosphoreszíren faulender Fische erklärt hat, scheint noch manchem Zweifel zu unterliegen.

Eine weitere Entwickelung dieses Zersetzungsprozesses, dessen Dauer durch das Auftreten von lebendem Gewürm in der Regel sehr abgekürzt wird, kann hier füglich übergangen werden.

Wichtig in technischer Beziehung aber ist die Kenntniß der zum Eintritt und zum Fortschreiten der Fäulniß nothwendigen Bedingungen. Diese sind 1) Zutritt von Sauerstoff oder atmosphärischer Luft, wenigstens zu Anfang des Prozesses; 2) Gegenwart von Wasser; 3) Wärme.

1. Sauerstoffzutritt. Animalische sowohl wie vegetabilische Substanzen, dem Sauerstoff vollständig entzogen, faulen nicht. Wird Muskelfleisch in einer mit Quecksilber gesperrten und mit kohlensaurem, oder mit Wasserstoffgas gefüllten Glasglocke aufbewahrt, so hält es sich Monate lang, ohne einen bemerklichen Geruch anzunehmen, während es unter übrigens denselben Verhältnissen in Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft bald in stinkende Fäulniß übergeht. Auch die Weingährung nimmt nur in Folge einer anfänglichen Sauerstoffabsorbtion, wobei zuerst nur Hefe gebildet wird, ihren Anfang. Traubensaft, im luftleeren Raume oder in reinem Wasserstoffgas ausgepreßt, geht nicht in Gährung über; während er bei Luftzutritt ausgepreßt, selbst in verschlossenen Gefäßen einer langsam fortschreitenden, aber regelmäßig verlaufenden Weingährung unterliegt.

2. Gegenwart von Wasser. Ausgetrocknete organische Materien, an trockner Luft aufbewahrt, halten sich unverändert, wie dieß unter Anderen der gewöhnliche Tischlerleim zeigt, der im aufgeweichten Zustande sehr schnell in stinkende Fäulniß geräth. Aber auch in feuchtem, aufgeweichtem Zustande können sich selbst stickstoffhaltige organische Körper erhalten, wenn nur das Wasser mit einem Salze oder mit Zucker gesättigt, oder ihm eine der antiseptisch wirkenden Substanzen zugesetzt ist, von welchen weiter unten die Rede sein wird. Die Wirkung der Salze, des Zuckers, des Weingeistes wird gewöhnlich durch die Annahme erklärt, daß diese Stoffe das Wasser gewissermaßen in Beschlag nehmen, und dadurch eine Art Austrocknung hervorbringen. Es ist aber noch keineswegs mit Sicherheit erklärt, welche Rolle das Wasser bei der Fäulniß spielt, ob es, wie neuerdings behauptet ist, durch den Stickstoff und Kohlenstoff des organischen Körpers zersetzt, und zur Bildung von Ammoniak und Kohlensäure verwandt wird, oder ob es nur als flüssiges Medium dazu dient, Theile des organischen Körpers aufzulösen und dadurch seine Atome in den zur Entmischung nöthigen Zustand von Beweglichkeit zu bringen. Viel weniger also läßt sich darüber entscheiden, worin die Wirkung von Salz, Zucker, Alkohol u. dgl. besteht. Am ungezwungensten dürfte die Vermuthung sein, daß das Wasser durch

Sättigung mit Salz, Zucker oder dergleichen seiner auflösenden Kraft auf den organischen Körper theilweise beraubt wird.

3. Wärme. Das Verhalten von Fleisch und anderen animalischen Nahrungsmitteln in der Sommerwärme und Winterkälte liefert hinlängliche Beweise für den großen Einfluß der Temperatur auf den schnellen Eintritt und Fortgang der Fäulniß. Schon bei wenigen Graden über dem Gefrierpunkt geht die Fäulniß äußerst langsam von Statten, bei 0° hört sie fast gänzlich auf, und sinkt die Temperatur noch einige Grade tiefer, wobei die wässerigen Säfte des Körpers zum Gefrieren kommen, so findet vollständiger Stillstand aller Fäulnißerscheinungen Statt.

Pallas entdeckte im nördlichen Sibirien Ueberreste antediluvianischer Thiere in Eisbergen eingefroren, deren Fleisch noch ungefault und völlig genießbar war.

Künstliche Aufbewahrung organischer Körper.

Die verschiedenen Mittel, die sich zu diesem Zwecke darbieten, und theilweise auch wirklich Anwendung finden, bestehen entweder darin, die genannten äußeren Einwirkungen, also Zutritt von Sauerstoff, Wasser und Wärme abzuwehren, oder aber gewisse Substanzen in Anwendung zu bringen, die, wie die Erfahrung zeigt, der Fäulniß entgegen (antiseptisch) wirken, wie z. B. die meisten ätherischen Oele, besonders Terpentinöl, verschiedene Metallsalze, als Quecksilbersublimat, Zinnchlorid, ganz besonders aber und unter allen am ausgezeichnetsten das Kreosot. Häufig wendet man, um desto sicherer zu gehen, mehrere dieser Konservationsmittel zu gleicher Zeit an.

1. Trocknen. Unter allen unstreitig das wirksamste, leider aber aus anderen Rücksichten nicht immer empfehlenswertheste Verfahren. Einentheils nämlich ist es bei größeren Gegenständen, z. B. größeren Fleischstücken, schwierig, die Trocknung in der That vollständig und so schnell zu bewirken, daß nicht schon während derselben eine partielle Fäulniß eintritt; anderentheils aber, und hierin liegt das Haupthinderniß, schrumpfen die Substanzen, zumal solche, die im frischen Zustande sehr weich und saftig waren, so stark zusammen, daß sie nachher auch durch anhaltendes Kochen nicht wieder ganz aufzuweichen sind. Endlich verursacht das Trocknen, zumal bei größeren Quantitäten, auch sehr bedeutende Mühe und Umstände, und ist daher schon aus ökonomischen Rücksichten nicht immer vortheilhaft.

Fleisch, in dünne Streifen zerschnitten und an der Sonne getrocknet, wie dieß in einigen Gegenden von Amerika geschieht, wird sehr hart und liefert eine jedenfalls schwer verdauliche und wenig schmackhafte Speise. Ein weit besseres, aber auch kostspieligeres Verfahren ist folgendes:

Man bringt in einem Kessel Wasser zum Sieden, und legt das in etwa ¼ Pfund schwere Stücke zerschnittene Fleisch auf einige Minuten hinein, nimmt sie dann heraus, bringt sie sofort auf Horden in einer geheizten Trockenstube, deren Temperatur aber nicht 50° C. übersteigen darf, und fährt mit dem Abbrühen frischer Portionen in demselben Wasser so lange fort, bis das letztere zu einer sehr dicken konzentrirten Fleischbrühe geworden ist, die man dann noch so weit eindampfen muß, bis ein Pröbchen auf einen kalten Körper gebracht, schnell zu einer steifen Gallerte erstarrt. Wenn nun nach Verlauf von etwa zwei Tagen das Fleisch völlig trocken ist, so erweicht man die Gallerte durch Erwärmen, taucht das Fleisch Stück für Stück in sie ein, und trocknet es wieder, worauf es auf seiner Oberfläche einen firnißartigen Leimüberzug erhält. Reicht die vorhandene Gallerte hin, so kann dieser Firnißüberzug durch nochmaliges Eintauchen und Trocknen noch verstärkt werden. An einem

recht trocknen Orte aufbewahrt, hält sich das so behandelte Fleisch völlig unverändert, und erlangt beim nachherigen Kochen seine anfängliche Weichheit, wenn auch nicht ganz, aber doch in genügendem Grade wieder.

Am häufigsten wendet man die Trocknung bei Früchten an, die entweder in rohem ganz unverändertem Zustande getrocknet werden, z. B. Weinbeeren zur Bereitung der Rosinen und Korinthen, Pflaumen, Kirschen u. dgl., oder vorher in Scheiben zerschnitten werden, wie z. B. beim Trocknen der Aepfel. Die Trocknung kann, zumal in wärmeren Klimaten, an der Sonne, sonst auch in einem Backofen oder in einem eigenen Trockenzimmer geschehen. Hierher gehört die in neuerer Zeit aufgekommene Methode der Runkelrübenzuckerfabrikation aus getrockneten Rüben. Die durch eine Maschine in Scheiben zerschnittenen Rüben werden in einem Trockenhause getrocknet, und können so das ganze Jahr hindurch aufbewahrt werden, woraus sich für die Rübenzuckerfabriken der außerordentliche Vortheil ergibt, daß die Fabrikation ununterbrochen das ganze Jahr hindurch betrieben werden kann, während bei Anwendung frischer Rüben sich die Fabrikationszeit auf den Winter und selbst nur einen Theil desselben beschränkt, indem die Rüben bei längerer Aufbewahrung der Verderbniß unterliegen; daß ferner die nutzbare Substanz der Rüben sich auf ein sehr kleines Volumen reduzirt, wodurch nicht nur viel Raum zur Aufbewahrung erspart, sondern auch der Transport in dem Grade erleichtert wird, daß getrocknete Rüben sich weit versenden lassen, mithin einen eigentlichen Handelsartikel bilden können, worin sowohl für die Zuckerfabriken, als auch für den Landbau ein großer Vortheil liegt. Zwar verursacht das Trocknen der Rübenschnitte einen sehr großen Aufwand an Brennmaterial, dieser aber kompensirt sich fast ganz dadurch, daß bei der nachherigen Verarbeitung die zu feinem Mehl gemahlenen Schnitte mit einer verhältnißmäßig sehr geringen Menge Wasser extrahirt, sofort einen sehr konzentrirten vorzüglich reinen Zuckersaft liefern, dessen Eindampfung nur noch wenig Brennstoff in Anspruch nimmt.

Die Aufbewahrung von verschiedenen Gemüsen durch Trocknung hat in neuerer Zeit durch den Franzosen Masson eine bedeutende Vervollkommnung erfahren dadurch, daß er die getrockneten Blätter einer starken Pressung unterwirft und sie so in kleine viereckige Kuchen von etwa 5 Zoll im Quadrat und ½ Zoll Dicke verwandelt, wodurch wegen der so sehr verminderten Oberfläche die Einwirkung der Luft bedeutend geschwächt wird. Es werden auf diese Art von ihm gewöhnlicher weißer Kohl, Rosenkohl, Kerbel, Sellerie, Spinat und die Zuthaten zu der unter dem Namen Julienne bekannten Suppe gepreßt und in blechernen Kasten verlöthet, verkauft. Zum Gebrauch ist es nur nöthig, die Kuchen etwa ½ bis ¾ Stunden in warmes Wasser zu legen, wodurch die Blätter bis zu ihrem früheren Volumen anschwellen und auch vollkommen das frühere Ansehen wieder gewinnen. Sie werden dann auf gewöhnliche Art gekocht und besitzen hiernach ganz den Geschmack der frischen Pflanze. Auch Kartoffeln in feine Streifen zerschnitten, getrocknet und in Blechkasten verlöthet, werden von ihm verkauft. Diese Erfindung ist besonders zum Verproviantiren der Schiffe in hohem Grade wichtig, weil es dabei hauptsächlich auf Raumersparung ankommt.

Getreidemehl, wie gewöhnlich feucht gemahlen, ist besonders bei fester Verpackung in Fässern der Verderbniß unterworfen. Zum Behuf der Weiterversendung oder langer Aufbewahrung ist es daher nothwendig, das Getreide nicht nur nicht beim Mahlen zu netzen, sondern es in möglichst trockenem Zustande zu verarbeiten. Auch ungemahlenes Getreide, so wie alle anderen Samen unterliegen in völlig trocknem Zustande durchaus keiner Verderbniß, wenn auch freilich ihre Keimkraft allmälig verlöscht.

Wir haben hier noch eine andere, nicht unwichtige, von Gail-Borden gemachte Erfindung, nämlich die des Fleischzwiebacks, zu erwähnen. Fleischbrühe wird durch Abdampfen stark konzentrirt, dann mit Mehl angemacht, viereckige Kuchen daraus geformt und diese gebacken. Eine Fabrik für diesen Zweck ist von dem Erfinder zu Galveston in Texas angelegt, woselbst die ausgedehnten Prairien durch das in unzähliger Menge in ihnen hausende Hornvieh den nöthigen Vorrath von Fleisch für geringe Kosten liefern. Sehr wohl gelungene Versuche der Nachbildung sind von Siemens in Hohenheim angestellt. 12 Pfund Rindfleisch wurden mit Wasser abgekocht und 1½ Maß Brühe erhalten; diese nach dem Erkalten von dem aufschwimmenden Fett befreit und sodann bis auf 2 Schoppen eingedampft, diese noch heiß mit 6 Pfund feinem Weizenmehl angemacht, zu Kuchen geformt und in einem Backofen gebacken. Es wurden 6 Pfund Zwieback erhalten. Aus dem abgekochten Fleisch und den Knochen wurden auf gleiche Art noch 2 Pfund Zwieback erhalten.

Der Fleischzwieback ist zur Bereitung von Suppen bestimmt, indem man ihn pulverisirt und mit Wasser unter Zusatz von Salz und Pfeffer kocht. Er ist so nahrhaft, daß 8 Loth vollkommen zur täglichen Nahrung eines Menschen hinreichen.

2. Sättigung des Wassers mit Salzen u. dgl.

a) Einsalzen. Eine der allergewöhnlichsten Methoden. Das Verfahren ist sehr einfach und besteht darin, das Fleisch zuerst mit Salz stark einzureiben, es hierauf mit Salz stark bestreut einige Tage liegen zu lassen, dann unter Gewichten oder einer Hebelpresse auszupressen, dieselbe Behandlung noch einmal zu wiederholen, das Fleisch hierauf in Fässer zu verpacken und mit der ausgepreßten Lake, die, wenn es sich um sehr lange Konservation handelt, etwa bis auf die Hälfte eingedampft werden kann, zu übergießen. Fische, so namentlich Häringe, werden mit Seesalz eingepöckelt. Man legt sie nach dem Ausnehmen und Abwaschen etwa 24 Stunden lang in Salzlake ein und verpackt sie endlich in die Fässer. Das Einsalzen von Gemüsen, Früchten u. dgl. ist eine zu bekannte Sache, als daß es einer näheren Beschreibung bedürfte.

Statt des Kochsalzes können auch andere Salze in Anwendung gebracht werden, was jedoch mit Ausnahme von Salpeter, der wohl beim Einsalzen in geringer Menge zugesetzt wird, ihres unangenehmen Geschmackes wegen nicht geschieht. Eines der am kräftigsten wirkenden Salze ist Alaun und schwefelsaure Thonerde. Eine konzentrirte Lösung von schwefelsaurer Thonerde ist zum Einlegen der Leichen und Präparate bei anatomischen Arbeiten statt des Branntweins empfohlen, dürfte aber den Messern und anderen stählernen Instrumenten wenig ersprießlich sein.

b) Einlegen in Alkohol (Branntwein). Diese bei anatomischen Präparaten, so wie beim Einmachen von Früchten übliche Methode verbindet den Vortheil der Einfachheit und Bequemlichkeit mit dem besonders für anatomische Präparate so wichtigen Umstande, daß die Theile in ganz unveränderter Gestalt und ihrem natürlichen weichen Zustande verbleiben, und zugleich durch die völlig klare Flüssigkeit vollkommen gut beobachtet werden können. Leider gestattet dieß so vortreffliche Aufbewahrungsmittel seines Geschmackes wegen nur eine sehr beschränkte Anwendung auf die Konservation von Nahrungsstoffen.

c) Einmachen in Zucker. So sehr auch eine verdünnte Zuckerlösung geneigt ist, durch Vermittlung faulender stickstoffhaltiger Substanzen, besonders der Hefe, in die Weingährung überzugehen, ebenso stark widersteht sie derselben in konzentrirtem Zustande, und schützt so selbst andere damit imprägnirte Stoffe vor der Verderbniß. Das Einmachen

der Früchte, Wurzeln und anderer Pflanzentheile in Zucker ist im Uebrigen eine ganz bekannte Sache.

Hierher gehört auch die Konservation der Milch, indem man etwa ⅓ ihres Gewichtes Zucker darin auflöst, und sie dann bis zur dicksyrupartigen Konsistenz abdampft. Sie nach der Methode von Fadeuil ganz zur Trockne abzudampfen, um sie so in Gestalt harter Kuchen aufzubewahren, ist nicht zweckmäßig, weil sie sich beim Gebrauche nicht wieder im Wasser zu einer Emulsion fein zertheilt.

3. Abkühlung. Hierher gehört das bekannte Verfahren, Fleisch und andere Nahrungsmittel in der warmen Jahreszeit in Eiskellern aufzubewahren; so auch die in England übliche Methode, Fische, namentlich Lachse, in Eis zu verpacken, um sie von den nördlicheren Gegenden nach London zu transportiren.

4. Schutz vor Zutritt von freiem Sauerstoff. In diese Rubrik gehört zuvörderst das von M' Sweeny angegebene Verfahren, Fleisch in völlig luftfreiem Wasser aufzubewahren. Man bringt das durch fortgesetztes Kochen von aller Luft befreite Wasser in einen Topf, schüttet Eisenfeilspäne oder Schwefelpulver hinein, legt dann das Fleisch in das Wasser, und bedeckt dieses mit einer etwa einen halben Zoll dicken Oelschicht. Indem diese den Luftzutritt größtentheils verhindert, das Eisen aber die kleine etwa noch vorhandene oder hinzutretende Sauerstoffmenge beständig hinwegnimmt, wird das Wasser in luftfreiem Zustande erhalten, und das Fleisch selbst mehrere Monate hindurch in gutem genießbarem Zustande bewahrt.

Das so berühmt gewordene Appert'sche Verfahren der Konservation von fertig zubereiteten Speisen beruht ebenfalls auf dem Prinzip des völligen Luftausschlusses. Zubereitete Fleischspeisen nämlich, die zu dem Ende möglichst stark eingekocht werden müssen, bringt er in zylindrische Blechbüchsen von angemessener Größe, die damit größtentheils gefüllt werden, löthet nun einen mit einer kleinen Oeffnung versehenen Deckel darauf, füllt durch diese Oeffnung den noch leeren Raum völlig mit Sauce, und verlöthet endlich auch diese Oeffnung mit einem Stückchen Blech. Die soweit fertigen Büchsen setzt er je nach ihrer Größe ½ bis 1 Stunde einem siedenden Wasserbade aus, wobei auch die letzten Spuren von Sauerstoff mit den Bestandtheilen der Brühe zusammen treten, und dadurch außer Wirkung kommen, worauf nach dem Erkalten die Büchsen noch mit Oelfarbe angestrichen werden.

Appert liefert eine große Auswahl so zubereiteter Fleischspeisen, die, wie durch zahlreiche von der französischen Marine angestellte Versuche erwiesen ist, sich 1 bis 1½ Jahr hindurch in unverändertem Zustande erhalten.

Ist in einzelnen Büchsen ausnahmsweise Verderbniß eingetreten, so kann man diese schon äußerlich daran erkennen, daß die flachen Böden durch entwickeltes Gas bauchig aufgetrieben sind. Kleinere Gegenstände, als Erbsen, Bohnen u. dergl. werden in gläserne Flaschen gethan, diese mit sehr guten Körken fest verschlossen, und nun ebenfalls in einem Wasser- oder Dampfbade einer etwas über 100° gehenden Temperatur ausgesetzt.

Um das Zerspringen der Flaschen zu verhüten, versieht man den Kessel mit einem durchlöcherten doppelten Boden, stellt die, am besten in leinene Säckchen eingebundenen Flaschen darauf, und bringt nun das Wasser zum Kochen. Nach vollendeter Kochung bleiben die Bouteillen noch einige Stunden in dem Kessel, um damit langsam abzukühlen, worauf man sie herausnimmt und nach dem völligen Erkalten verpicht.

Erbsen und andere Gemüse können zwar roh in die Flaschen gegeben

werden, doch ist es zweckmäßiger, sie vorher in heißem Wasser abzubrühen, indem sie dadurch auf ein kleineres Volumen reduzirt werden, und die Flaschen mehr davon aufnehmen, mithin um so weniger Luft darin bleibt. Die Erhitzung in dem Wasserbade muß je nach der verschiedenen Beschaffenheit der Gemüse 1 bis 2 Stunden dauern. Auch Milch kann nach der Appert'schen Methode ziemlich lange konservirt werden, wenn man eine reine Flasche damit füllt, sie gut verkorkt, und etwa $^3/_4$ Stunden dem Wasserbade übergibt.

Eine neuere, dem Appert'schen Verfahren nachgebildete, sich aber doch von ihr wesentlich unterscheidende Methode, Fleischspeisen und dergl. zu konserviren, ist von Willaumez erfunden. Es können dazu gläserne Flaschen gebraucht werden. Wesentlich ist hierbei ein kleines Werkzeug, der Dilator, ein ganz schmales, etwa 3 Linien breites und 2 Zoll langes Streifchen von Weißblech, welches in Gestalt einer flachen Rinne umgebogen ist; es wird beim Gebrauch an den Kork gelegt, so daß die Rinne dem Gase zugekehrt ist und beim Eindrücken des Korkes der in der Flasche enthaltenen Flüssigkeit und beim nachherigen Kochen den Dämpfen einen Ausweg gestattet.

Die zu konservirenden Substanzen, Gemüse oder Früchte, werden entweder roh, im natürlichen Zustande, jedenfalls aber so frisch wie möglich, oder auch im gekochten und zubereiteten Zustande in die Flaschen gebracht. Letzteres ist vorzuziehen. Der Zwischenraum wird entweder mit der beim Kochen erhaltenen Brühe oder mit gesalzenem Wasser gefüllt. Man stellt die Flaschen in einen hinreichend tiefen Kessel auf einen durchlöcherten hölzernen Boden, und füllt den Kessel mit einer Mischung von Wasser, Kochsalz und Zuckersyrup in dem Gewichtsverhältniß von 12 : 2 : 2 an, welche bei $86^1/_2{}^0$ R kocht.

In diesem kochenden Bade läßt man die ganz gefüllten Flaschen etwa $^1/_2$ Stunde lang stehen und setzt nun die Korke auf. Diese müssen von sehr gutem dichten Korkholz angefertigt und durch Eintauchen in geschmolzenes Wachs völlig luftdicht gemacht sein. Wenn nun die Substanz in der Flasche sich im Kochen befindet, und der Dampf durch den Dilator in einem ununterbrochenen Strahl ausströmt, so nimmt man die Flasche schnell aus dem Wasserbad, setzt sie in ein kleines Kasseroll mit kochendem Wasser, trägt das Ganze unter die Zupfropfe-Presse, zieht den Dilator heraus und preßt den Kork mit Gewalt in die Flasche, worauf man sie langsam erkalten läßt.

Dasselbe Verfahren kann auch bei Fleischspeisen angewandt werden, nur sind sodann Flaschen mit weiter Mündung erforderlich, und es entsteht die Schwierigkeit, so große, hinreichend dicht schließende Korke zu finden.

Auch die meisten Verfahrungsarten zur Aufbewahrung der Eier kommen darauf hinaus, das Eiweiß vor dem Luftzutritte zu schützen, denn die Schale ist mit unzähligen Poren durchlöchert, durch welche die Luft fast freien Zutritt zu dem Innern hat. Eines der gewöhnlichsten Mittel besteht in der Anwendung von Kalkmilch. Man schichtet nämlich die Eier, das spitze Ende zu unterst, in einen Steinguttopf, und füllt diesen mit Kalkmilch. Bei dem allmäligen Eindringen des Kalkes in die Poren bildet sich eine harte kittartige Verbindung von Eiweiß und Kalk, welche dem in das Kalkwasser eindringenden Sauerstoff den Zugang zu dem Innern der Eier versperrt. Die Eier halten sich so hinlänglich gut, um bei der Zubereitung anderer Speisen gebraucht werden zu können; für sich allein genossen aber kommen sie frischen Eiern doch nicht gleich.

Ein anderes Mittel besteht darin, die frischen Eier auf kurze Zeit, etwa 2 Minuten, in siedendes Wasser zu tauchen, so daß das Eiweiß

bis zu einer gewissen, wiewohl nicht bedeutenden Tiefe hartgekocht wird, und somit eine schützende Decke für den unkoagulirten Theil abgibt. Die Eier werden dann zwischen Sägespänen an einem kühlen Orte aufbewahrt. Noch sicherer würde es sein, die auf die eben erwähnte Art oberflächlich abgekochten Eier noch heiß mit einer starken Gummilösung, der man, um das völlige Austrocknen und Rissigwerden zu verhindern, ein wenig Zuckersyrup zusetzen könnte, zu bestreichen und nun in Kohlenpulver aufzubewahren.

5. Anwendung antiseptisch wirkender Substanzen.

Zu diesen gehört, wie bereits oben erwähnt, vornehmlich das Kreosot, dessen Gegenwart in dem Rauche sowohl, wie in dem Holzessig höchst wahrscheinlich die so ausgezeichnet fäulnißwidrige Wirkung des Räucherns, so wie der Behandlung mit Holzessig bedingt.

Das zu räuchernde Fleisch wird zuerst mit Salz, häufig auch etwas Salpeter eingerieben, und nun am besten in einer Rauchkammer geräuchert. Rauch von Laubholz ist hierzu dem von Nadelholz vorzuziehen, weil die harzige Beschaffenheit der Nadelhölzer einen nicht angenehmen Nebengeschmack des Fleisches zur Folge hat. Die Hauptregel beim Räuchern von Fleisch ist die, nur sehr gelinden Rauch zu geben, und durch Zeit zu ersetzen, was der Wirkung an Intensität abgeht. Bei raschem starkem Räuchern ist es unmöglich, eine gleichmäßige Beschaffenheit des Stückes zu erzielen; es wird äußerlich schon übertrieben stark geräuchert sein, wenn die Wirkung kaum angefangen hat die mittleren Theile zu treffen. Nur zu allerletzt pflegt man wohl auf kurze Zeit starken Rauch zu geben, um die der Luft zunächst exponirte Oberfläche vorzugsweise zu sichern.

Fleisch, auf kurze Zeit in Holzessig eingelegt und dann an der Luft etwas getrocknet, hält sich vollkommen eben so gut, wie geräuchertes, schmeckt jedoch nicht so angenehm; daher denn auch der Holzessig trotz seiner ausgezeichnet antiseptischen Wirkung nicht eben zur Konservation von Nahrungsstoffen verwandt wird.

Anderweitige Antiseptika, z. B. Quecksilbersublimat, Zinnchlorid, weißer Arsenik finden hauptsächlich ihre Anwendung zum Konserviren naturhistorischer Gegenstände, und zum Einbalsamiren der Leichen. Schon bloßes Einspritzen von Sublimatlösung in die Adern, noch besser aber Einlegen des ganzen Körpers in eine solche Lösung gewährt völligen Schutz gegen Fäulniß und Verwesung; so auch Holzessig in derselben Art angewandt, und es leidet nach den Mittheilungen, die uns Plinius über das Verfahren der Aegypter, ihre Todten einzubalsamiren, gibt, keinen Zweifel, daß Holzessig dabei die Hauptrolle spielte. Die Leichen wurden zuvörderst in eine Lauge von kohlensaurem Natron, wie dieses in den Natronseen Aegyptens vorkommt, eingelegt, und darauf mit einer Flüssigkeit, die er Cedrium nennt, unter welcher Benennung das beim Theerschweelen zuerst ablaufende saure Wasser, die sogenannte Theergalle, zu verstehen ist, ausgespritzt. Das Ausstopfen der hohlen Theile des Körpers mit wohlriechenden Harzen und anderen Spezereien mochte allerdings zur Erhaltung der Leichen mit beitragen.

Konservation des Wassers. Es ist eine bekannte Sache, daß Wasser, zumal bei der Aufbewahrung in hölzernen Fässern, gar leicht übelriechend wird. Die Ursache davon liegt darin, daß das Wasser bei seiner steten Berührung mit dem Holz die darin enthaltenen extraktiven Theile langsam auflöst, welche nun in Fäulniß übergehen. Nach Beobachtungen von Prechtl soll hierbei der in dem meisten Wasser enthaltene

Gyps eine Zersetzung erleiden und Schwefelwasserstoff entwickeln, der dann das Wasser völlig ungenießbar macht.

Hölzerne Gefäße sind daher zur langen Aufbewahrung von Wasser nicht wohl anwendbar, weßhalb man denn, zumal auf den englischen Schiffen, angefangen hat, das Trinkwasser in eisenblechernen Fässern mitzunehmen, die zwar dem allmäligen Rosten unterliegen und in so fern kostspieliger sind als hölzerne, in denen sich aber das Wasser gut konservirt.

Bei der antiseptischen Wirkung der Kohle und ihrer Eigenschaft, Gasarten und riechende Effluvien zu absorbiren, hält sich das Wasser auch ziemlich lange in hölzernen Fässern, die innerlich verkohlt wurden, doch hält die schützende Wirkung einer solchen dünnen Kohlenschicht nur eine gewisse Zeit hindurch vor.

Handelt es sich darum, schon verdorbenes Wasser wieder trinkbar zu machen, so ist Kohle das allerzweckmäßigste und wirksamste, daher auch fast allein gebräuchliche Mittel. Die Art ihrer Anwendung ist in dem Artikel Filtriren nachzusehen.

Ein ferneres Mittel zur theilweisen, wenn auch nicht vollständigen Reinigung des Wassers ist der Zusatz einer sehr kleinen Menge Alaun (1 Quentchen fein pulverisirt auf 7 Maß Wasser). Hierdurch wird zwar das Wasser geklärt, und der größte Theil der aufgelösten organischen Substanzen niedergeschlagen, allein der ein Mal vorhandene faulige Geruch kann durch Alaun nicht zerstört werden. Als Präservativmittel aber, vor Eintritt der Fäulniß zugesetzt, leistet er allerdings durch seine kräftig antiseptische Wirkung gute Dienste.

Fayence s. Töpferei.

Federharz s. Kautschuk.

Federn von Vögeln finden im Allgemeinen eine dreifache Anwendung: 1) zum Schmuck, 2) zum Ausstopfen der Betten, 3) zum Schreiben.

1. Die Bearbeitung der Schmuckfedern ist bei allen Sorten so ziemlich dieselbe; wir theilen hier als Beispiel die Zubereitung der Straußfedern mit. Es werden verschiedene Arten von Straußfedern unterschieden; im Allgemeinen sind die von dem Männchen die weißesten und schönsten. Die in der Nähe der Bürzeldrüse (am hinteren Ende des Rückens) wachsenden Bürzelfedern sind die vorzüglichsten; demnächst folgen die Schwungfedern von den Flügeln, die Schwanzfedern bilden die geringste Sorte. Die Straußdunen von dem Bauch und anderen Theilen des Körpers sind kürzer und von 4 bis höchstens 14 Zoll; sie sind bei dem männlichen Vogel schwarz, bei dem weiblichen grau. Die schönsten weißen Federn der Weibchen sind stets nach den Enden zu ein wenig graulich, wodurch sie gegen die männlichen Federn, die völlig rein weiß sind, in der Qualität, daher auch im Preise zurückstehen.

Der Haupthandel mit Straußfedern geht von Algier, Tunis, Alexandrien, Madagaskar und der Mündung des Senegal aus, unter ihnen liefert Algier die schönsten, der Senegal die am wenigsten schönen Federn.

Um die Federn zu waschen, geht man folgendermaßen zu Werke: Man löst 8 Loth klein geschnittene weiße Seife in 8 Pfund warmen Wassers, das sich in einem recht geräumigen Behälter befindet, und schlägt das Seifenwasser zu Schaum. Man bringt nun zwei Bündel mit Bindfaden zusammengebundener Federn hinein, arbeitet sie etwa 5 Minuten lang mit den Händen durch, und wäscht sie darauf in reinem handwarmen Wasser.

Die Federn werden dann, um sie ganz weiß zu machen, zuerst auf

ähnliche Art wie die Strohhüte geschwefelt (M. s. den Artikel Schwefeln), hierauf geblauet, indem man sie rasch durch kaltes Wasser, welchem ein wenig Indigauflösung beigemischt, hindurchzieht; dann noch in einem Bade von Wasser mit etwas eingerührter feiner Stärke oder geschlämmter Kreide herumgenommen; endlich in handwarmem Wasser ausgespült, auf Bindfaden zum Trocknen aufgehängt und dabei von Zeit zu Zeit geschüttelt.

Sind die Federn so weit fertig, so schabt man die Schäfte mit einem Glasscherben, um sie recht biegsam zu machen. Die Fahne wird dann mit der Schneide eines stumpfen Messers gestrichen, wodurch sie das hübsche gekräuselte Ansehen erhält.

Die Federn, die eine unangenehme, schmutzige Farbe besitzen und daher in ihrer natürlichen Farbe nicht verkäuflich sein würden, werden meistens schwarz gefärbt. Zu dem Ende werden auf je 20 Pfund Federn 25 Pfund Blauholz mit Wasser abgekocht, nach sechsstündigem Kochen das Holz herausgenommen und 3 Pfund Eisenvitriol zu dem Dekokte gegeben, dann noch 15 bis 20 Minuten gekocht, und nun der Kessel vom Feuer genommen. Jetzt bringt man die Federn in kleinen Portionen hinein, vertheilt sie so gleichmäßig wie möglich in dem Bade, und läßt sie 2 bis 3 Tage darin liegen. Hierauf nimmt man sie durch eine ganz schwache alkalische Lauge und wäscht sie mehrere Male mit Seifenwasser. Wenn sie durch diese Behandlung die gehörige Weiche und Biegsamkeit angenommen haben, spült man sie in kaltem Wasser und trocknet sie. Ganz weiße Federn nehmen selten ein so schönes Schwarz an als die von Natur grauen. Statt des Eisenvitriols soll auch essigsaures Eisen und zwar mit noch besserem Erfolge angewandt werden können.

Um andere Farben zu färben, müssen die Federn zuvor an der Sonne und im Thau gebleicht werden, wobei man sie mit den Kielen einzeln in den Rasen einsteckt. Nach 14 Tagen werden sie nun mit Seife gewaschen und gefärbt. Zum Färben dienen gewöhnlich die folgenden Pigmente: zu Hellroth und Rosa Safflor, zu Dunkelroth Brasilienholz nach vorhergegangenem Anbeizen mit Alaun. Zu Karmoisin werden die Federn auf die zuletzt angegebene Art gefärbt und dann noch durch ein Orseillebad genommen.

Zu Violettbraun behandelt man die mit Brasilienholz gefärbten Federn mit einer schwachen alkalischen Lauge.

Blau in allen Tönen wird in der Indigküpe gefärbt.

Gelb, nach dem Beizen mit Alaun, in einem Wau- oder Kurkumebade.

2. Die Gänsedunen, die man nächst den theuren Eiderdunen am allgemeinsten zum Ausstopfen der Betten gebraucht, sind am meisten geschätzt, wenn sie von der lebenden Gans gerupft werden, was jährlich drei Mal, im Frühling, Sommer und Herbst geschieht. Haupteigenschaften guter Bettfedern sind Weiche, Elastizität und Leichtigkeit. Sie bedürfen keiner weiteren Zubereitung, als einer möglichst weit getriebenen Auflockerung durch Schlagen mit hölzernen Stäben, wodurch sie zugleich von Staub und Schmutz befreit werden. Diese Arbeit gelingt aber nur, wenn die Federn, sei es an der Sonne, sei es in einem Trockenzimmer, gehörig ausgetrocknet sind.

Behandlung der Federn mit Kalkwasser, um ihre weiße Farbe zu erhöhen, ist durchaus verwerflich, denn solche Federn stäuben selbst nach anhaltendem Gebrauche noch. Bettfedern, welche durch längeren Gebrauch mehr oder weniger ihre Elastizität eingebüßt haben, werden in einem geheizten Kessel trocken erhitzt (wobei sie aufquellen) und durch Schlagen mit Stäbchen oder in eigenen Maschinen sowohl noch mehr gelockert als von Staub ꝛc. gereinigt.

Eiderdunen (von der im hohen Norden heimischen Eidergans, Anas

mollissima) nehmen zwar hinsichtlich der Leichtigkeit und Weiche unter den Bettfedern den ersten Rang ein, sind indessen zu Unterbetten allzuweich und drücken sich unter der Last des menschlichen Körpers so stark zusammen, daß sie ein unbequemes Lager darbieten, daher man sich ihrer fast nur zu Federdecken bedient, die hinsichtlich der Weiche und Wärme alle ähnlichen Materiale weit übertreffen.

3. Schreibfedern. Hierzu dienen mit Ausnahme von Schwan-, Reiher-, Rabenfedern, die nur für gewisse besondere Zwecke, die letzteren namentlich zu feinen Federzeichnungen, Anwendung finden, allgemein die Schwungfedern der Gänseflügel. Die holländischen Federposen haben von Alters her den Ruf der größten Vollkommenheit für sich gehabt, weil zuerst in Holland die Kunst aufgekommen ist, den Federn eine gehörige Zubereitung dadurch zu geben, daß man sie von einer fettigen Haut reinigt, mit der sie im natürlichen Zustande bedeckt sind und die ihrer Anwendung zum Schreiben durchaus hinderlich ist, indem sie sich dem freien Ausfluß der Tinte entgegensetzt, und daß man ihnen zugleich durch Austrocknung den nöthigen Grad von Härte und Elastizität ertheilt. Sehr lange wurde dieß in Holland mit heißer Asche bewerkstelligt, und das Verfahren sorgfältig geheim gehalten. Mit der Zeit aber kam es doch zur allgemeinen Kunde, und seitdem hat sich die Anfertigung der Schreibfedern nicht nur auf andere Länder ausgedehnt, sondern auch wesentliche Verbesserungen erfahren.

Statt der Asche wird gegenwärtig fast allgemein mit heißem Sand gearbeitet. Die angemessenste Temperatur desselben ist 65° C. Er befindet sich auf einer eisernen Platte oder in einem niedrigen und breiten eisernen Gefäße, und wird durch Kohlenfeuer von unten erhitzt. Die mit dem Kiele in den Sand gesteckte und warm daraus hervorgezogene Feder wird unter ein stumpfschneidiges Messer gebracht, welches man sofort darauf niederdrückt, und behende vom Anfange des Kieles bis an die Spitze durchgezogen. Das Messer ist 3 Zoll lang, 1½ Zoll breit und mit seinen Enden an zwei Eisenstäbchen so befestigt, daß es die Schneide nach unten kehrt. Die erwähnten Stäbchen gehen durch Löcher des Tischblattes und sind unterhalb desselben mit einem Tritte verbunden, welchen der Arbeiter durch Aufsetzen seines Fußes niederzieht, um das Messer herabzubewegen. Als Unterlage für die Federspule bei dieser Behandlung ist ein flaches eisernes, allenfalls mit Tuch überzogenes Klötzchen angebracht. Eine Feder treibt das Messer wieder in die Höhe. Der Druck, mit welchem beim Anfang des Ziehens das Messer diejenige Stelle trifft, wo der Kiel in den Schaft übergeht, bewirkt hier das Abreißen der sogenannten Seele, welche nachher beim Schneiden der Feder von selbst herausfällt. Die durch die Hitze erweichte Feder drückt sich beim Durchziehen unter dem Messer (womit das äußere Häutchen abgestreift wird) platt zusammen, nimmt aber sogleich beim Aufhören des Druckes ihre zylindrische Gestalt wieder an; man steckt sie sodann noch ein Mal in den heißen Sand und bürstet sie nach gänzlichem Erkalten ab.

Die Qualität der Gänsefedern ist gar sehr verschieden. Die von recht gut genährten Gänsen, die im Mai oder Juni ausgezogen werden, oder auch von selbst ausfallen, sind die besten. Nur die fünf ersten Federn eines jeden Flügels können zum Schreiben gebraucht werden, und auch unter diesen ist ein bedeutender Unterschied. Die erste (Eck- oder Ortpose) ist zwar die dickste, aber kurz und unansehnlich; die zwei nächsten sind die besten und werden Schlachtposen genannt; die vierte und fünfte, Breitfedern genannt, sind wieder weniger gut. Die Federn von dem rechten Flügel werden von denen des linken separirt, weil sie

in entgegengesetzter Richtung gekrümmt sind, und viele Personen die von dem linken Flügel deshalb vorziehen, weil ihre Fahne beim Schreiben von dem Körper des Schreibenden abgewandt, und daher ein Anstoßen weniger leicht möglich ist. Im Allgemeinen, abgesehen von spezielleren Unterschieden, schätzt man die Güte der Federn nach der Schwere.

Ueber stählerne Schreibfedern s. m. den Artikel Stahlfedern.

Feile, das bekannte stählerne Instrument mit kleinen scharfen Hervorragungen auf seiner Oberfläche, welches zur Bearbeitung der Metalle allgemein Anwendung findet. Die erwähnten Schärfen entstehen durch Einschnitte, welche mittelst eines geneigt aufgesetzten Meißels gemacht sind, daher an einem ihrer Ränder einen schneidig auslaufenden aufgeworfenen Wulst oder Grath darbieten, und der Feilenhieb genannt werden. Man kann die Feilen nach der Anordnung und Beschaffenheit des Hiebes in mehrfacher Beziehung unterscheiden. Besteht nämlich der Hieb aus einer Reihenfolge paralleler, quer über die Feile laufender Kerben, so nennt man sie einhiebig; die meisten Feilen aber haben außer diesem noch einen zweiten Hieb, dessen Zähne die des ersteren gewöhnlich unter einem ziemlich spitzen Winkel kreuzen, so daß eine große Menge gleichmäßig über die Fläche vertheilter spitziger Zähnchen entsteht. Einhiebige Feilen werden fast nur auf weicheren Metallen, Zinn und Blei im Allgemeinen aber selten gebraucht.

Ein fernerer Unterschied bezieht sich auf die Feinheit des Hiebes. Man unterscheidet in dieser Beziehung den groben Hieb, den Mittelhieb oder Bastardhieb, Halbschlicht, Schlicht und Feinschlicht.

Ferner unterscheidet man die Feilen nach der Gestalt ihres Querschnittes in flache, halbrunde, dreieckige, viereckige, runde Feilen 2c. Die ersteren haben häufig der ganzen Länge nach gleiche Breite und fast gleiche Dicke, andere Flachfeilen laufen in eine Spitze verjüngt zu. Die halbrunden dagegen sind fast immer spitz zulaufend. Der Querschnitt solcher Feilen ist ein Kreissegment, das je nach den Zwecken, für welche die Feilen bestimmt sind, einen größeren oder kleineren Bogen umfaßt, und nur in seltenen Fällen einen vollen Halbkreis bildet. Die dreieckigen Feilen bilden gewöhnlich im Querschnitt ein gleichseitiges Dreieck, und laufen ebenfalls nach dem vorderen Ende verjüngt zu. Nur zum Schärfen der Sägen hat man dreieckige Feilen von überall fast gleicher Dicke. Die viereckigen Feilen sind quadratisch, wie z. B. die großen Armfeilen der Grobschmiede, und in der Mitte bedeutend dicker, als an dem vorderen und hinteren Ende. Runde Feilen endlich sind fast immer kegelförmig, laufen also in eine Spitze aus.

Zu den gröberen und schwereren Feilen wird in Allgemeinen Zementstahl von geringerer Güte genommen, zu feineren Feilen dagegen auch besserer Stahl und selbst Gußstahl.

Die Hauptoperationen der Feilenfabrikation sind das Schmieden, das Blankschleifen, das Hauen und das Härten.

Der 100 bis 200 Pfd. schwere Ambos des Feilenschmiedes ist mit einem feststehenden Meißel (Abschrot) und den nöthigen Gesenken zum Ausschmieden der dreieckigen, runden und halbrunden Feilen versehen.

Flache und quadratische Feilen erhalten ihre Gestalt allein durch den Hammer; ein Arbeiter hält die an dem vorderen Ende bis zu der entsprechenden Weite heiß gemachte Stahlstange, und führt den kleinen Schmiedehammer, während ein Gehülfe ihm gegenüber den gewöhnlich sehr schweren Vorschlaghammer mit breiter flacher Bahn führt. Dieses Ausschmieden geschieht mit solcher Geschicklichkeit und Genauigkeit, daß

die Flächen ganz flach und eben ausfallen, und von den Eindrücken der einzelnen Hammerschläge kaum eine Spur übrig bleibt. Die Ursache dieser außerordentlichen Genauigkeit und der Schnelligkeit, mit welcher diese Arbeit vor sich geht, liegt offenbar darin, daß der Schmied, indem er nur allein und unaufhörlich Feilen schmiedet, in diesem speziellen Fache eine unglaubliche Uebung erlangt.

Zur Herstellung halbrunder und dreieckiger Feilen dienen, wie schon berührt, Gesenke, in denen bei den ersteren die konvexe Seite, bei den letzteren der eine Winkel ausgebildet wird, während die flache Bahn des Hammers die obere flache Seite ausbildet. Runde Feilen erfordern ein zweitheiliges (aus Unter- und Obertheil bestehendes) Gesenk, zwischen welchem sie unter beständigem Drehen bald nach dieser, bald nach jener Seite ausgeschmiedet werden.

Nach dem Schmieden ertheilt man den Feilen durch Schleifen auf großen, schnell umlaufenden, runden Schleifsteinen genau die nöthige Gestalt und reine Oberfläche, und schreitet nun zu der wesentlichsten Arbeit, dem Hauen.

Die hierzu nöthigen Werkzeuge bestehen in Meißel, Hammer und Ambos. Die Meißel müssen etwas breiter als die zu hauenden Feilen und in einem Winkel von ungefähr 20° zugeschärft sein. Die Länge wird am besten so abgepaßt, daß man ihn bei der Arbeit noch bequem zwischen Zeigefinger und Daumen halten kann; dabei muß er hinlängliche Dicke besitzen, um unter den kräftigen Hammerschlägen nicht zu dröhnen. Die Hämmer wiegen fünf bis sechs Pfund, zu feinem Hiebe sind sie verhältnißmäßig kleiner. Der Ambos endlich, dessen Größe sich ebenfalls nach der Größe der Feilen richtet, besitzt eine möglichst geradflächige Bahn und ruht auf einem starken hölzernen Pfosten, der zugleich den Sitz für den Arbeiter fast in gleicher Höhe mit der Bahn des Amboßes trägt. Zu Anfang des Hauens einer Feile wird diese unmittelbar auf den Ambos aufgelegt, so daß das eine Ende, an welchem sich die Angel befindet, dem Arbeiter zugekehrt ist, und wenig über den vorderen Rand, das andere Ende der Feile über den hinteren Rand des Amboßes hervorragt. Ueber jedes dieser überstehenden Enden wird nun ein lederner Riemen geschlagen, der bis zu einem der Füße des Arbeiters herabläuft und hier mit einer Art Steigbügel versehen ist, so daß der Arbeiter, während er im Sitzen seine Arbeit verrichtet und seine Füße in die beiden Steigbügel setzt, die Feile in unverrückter Lage auf den Ambos niederdrücken kann. Natürlicher Weise kann bei dieser Lage der Feile das vordere Ende, da es hohl liegt, und von dem einen Riemen bedeckt ist, nicht gehauen werden; man hilft sich daher beim Hauen der Spitze dadurch, daß man die Spitze auf den Ambos, die Angel aber auf eine besondere Stütze an der Vorderseite des Amboßes auflegt, und nun den vorderen Riemen, der zwischen Ambos und Stütze über die Feile hinweggeht, anzieht, die Feile also beim Hauen der Spitze nur mittelst des vorderen Riemens festhält. Ist der eine Hieb (der Unterhieb) fertig, so wird er mit einer feinen Feile leicht übergangen, um den Grath von der Schärfe der Zähne wegzunehmen, worauf dann der zweite Hieb (Kreuzhieb), der den Grundhieb kreuzt, angebracht wird. Wenn die Feile solchergestalt an der einen Seite fertig ist, so folgt das Hauen der entgegengesetzten Seite, wobei natürlich die gehauene Seite nicht unmittelbar auf dem Ambos aufliegen darf, der bei seiner Härte die Zähne beschädigen würde. Es wird daher ein flaches Stück Blei, oder besser eine Legirung von Blei und Zinn untergelegt. Beim Hauen halbrunder oder dreieckiger Feilen hat diese Unterlage eine entsprechende halbrunde oder scharfwinklige rinnenförmige Vertiefung.

Die Behendigkeit, mit welcher die Feilenhauer (meistens Knaben) ihr Geschäft verrichten, ist so außerordentlich, daß sie — je nach Größe der Feilen und Feinheit des Hiebes — 70 bis 240 Einschnitte in einer Minute durch eben so viele Hammerschläge hervorbringen.

Der Gedanke, das Feilenhauen mit Maschinen zu bewerkstelligen, liegt so nahe, daß man sich nicht über die große Zahl von Maschinen wundern darf, die zu dem Ende schon erfunden sind. Aber unter allen scheint sich bis jetzt noch keine bei der Anwendung im Großen bewährt zu haben, da auch jetzt noch alle Feilen aus freier Hand gehauen werden.

Das Härten der Feilen ist die letzte, zugleich aber auch eine der wichtigsten Operationen; denn mag nun auch der Stahl von der ausgezeichnetsten Güte, mag auch noch so viel Sorgfalt auf das Schmieden und Hauen verwandt sein, so kann die Feile nicht anders als mangelhaft ausfallen, wenn in dem Härten etwas versehen wird.

Drei Punkte kommen beim Härten vorzüglich in Betracht: 1) die Oberfläche der Feile mit einem zweckmäßigen Ueberzuge zu versehen, um sie vor der Oxydation beim Glühen zu schützen, wodurch nicht nur die Schärfe der Zähne leiden, sondern auch die ganze Oberfläche der Feile und namentlich der Zähne so rauh werden würde, daß sie beim Gebrauch zu sehr dem Zusetzen durch die Feilspäne unterworfen wäre; 2) die Feile an allen Punkten ganz gleichmäßig zu dem angemessenen Grade von Glühhitze zu bringen, und zum Ablöschen ein gehörig frisches und kaltes Wasser anzuwenden; 3) endlich, dieses Ablöschen dergestalt zu bewerkstelligen, daß die Feilen sich nicht werfen, was bei langen und dünnen Feilen eine sehr schwierige Aufgabe ist.

Das Erste wird im Allgemeinen dadurch bezweckt, daß man die Feile mit einer Masse bestreicht, die in der Hitze eine Verkohlung und theilweise Schmelzung erleidet und dadurch einen firnißartigen Ueberzug bildet, welcher nicht nur mechanisch die Luft abhält, sondern auch durch seinen Kohlengehalt den etwa dennoch eindringenden Sauerstoff verzehrt und unschädlich macht.

Früher überstrich man die Feilen mit Bierhefe und bestreute sie mit zerstoßenem Kochsalz; trocknete sie dann und brachte sie in das Feuer, um sie sodann im Wasser zu härten, worauf man sie mit Kokespulver abbürstete. Die Feilen erhielten dadurch eine so reine metallische Oberfläche, als wenn sie gar nicht im Feuer gewesen wären. In neuerer Zeit hat man hierbei insofern eine Verbesserung angebracht, als man jetzt bedeutend an Salz spart; denn der Verbrauch an Salz war früher so bedeutend, daß er nicht unerhebliche Kosten verursachte. Bei dem neuen Verfahren kommt man mit dem vierten Theil an Kochsalz aus. Das Salz wird nämlich in Wasser fast bis zur Sättigung desselben gelöst, wobei etwa 3 Pfund Salz auf 10 Pfund Wasser kommen, und in diese Lösung entweder Bierhefe oder irgend eine wohlfeile Mehlsorte, z. B. Bohnenmehl eingerührt, bis das Ganze etwa die Konsistenz von dickem Rahm erhält. In diesen Brei taucht man die Feilen nur ein Mal ein, und bringt sie dann unmittelbar in das Feuer. Das Mehl verkohlt sich hierbei und bildet mit dem eingetrockneten Salz eine hinlänglich feste und dichte Kruste. Bei dem alten Verfahren fiel das nur oberflächlich aufgestreuete Salz beim Einbringen in das Feuer größtentheils von der Feile ab, ohne irgend zur Wirkung zu kommen.

Man hat die Vermuthung aufgestellt, daß die Kohle des Ueberzuges zur Vermehrung der Härte des Stahles beitrage, indem sie wie beim sogenannten Einsetzen oberflächlich in ihn eindringe, und einen vermehrten Kohlengehalt bedinge. Dieß ist jedoch wenig wahrscheinlich, indem Mehl und Hefe selbst bei ordentlichem Einsetzen sehr geringe Wirkung machen,

anderentheils aber die zum Härten nöthige Glühhitze zu gering und zu kurz anhaltend ist, als daß der Stahl Gelegenheit finden könnte, Kohle aufzunehmen.

Einige Feilenhauer bedienen sich zwar der Lederkohle statt des Mehles, von welcher sich allerdings schon eher einige Wirkung erwarten ließe, sie wird aber gewöhnlich in so gröblich pulverisirtem Zustande angewandt, daß ihr Nutzen sicherlich auch nur in der Einbildung besteht.

Es handelt sich nun darum, die Feile völlig gleichmäßig bis zu dem erforderlichen Grade von Glühhitze zu bringen. Hierzu dient meistentheils ein gewöhnliches Schmiedefeuer Der Arbeiter hält die Feile bei der Angel mit einer Zange und schiebt sie so in das Feuer (am besten ein Kokesfeuer) ein, daß alle Punkte gleiche Hitze erhalten, wobei es allerdings nöthig ist, die Feile mitunter aus dem Feuer zu ziehen, um an der Farbe des Glühens zu sehen, ob etwa einige Stellen heißer sind, als andere. Alles hängt hierbei von der Uebung und Geschicklichkeit des Arbeiters ab. Wenn sie ihrer ganzen Länge nach sich in gleichmäßiger Kirschrothglühhitze befindet, so ist sie zum Ablöschen bereit. Je länger die Feile, um so schwieriger ist natürlich die Aufgabe, sie überall auf eine gleiche Temperatur zu bringen, daher man denn in neuerer Zeit angefangen hat, bei großen, langen Feilen eine Art Ofen zu benutzen, der aus feuerfesten Steinen erbaut wird, und einen länglich viereckigen Herd bildet, in welchem ein langes schmales Feuer unterhalten wird. Er ist nur an der einen schmalen Seite offen, von welcher sowohl die Kokes eingetragen, als auch die Feilen eingesteckt werden. In einiger Entfernung über dem Feuer liegen zwei Querstangen, auf welchen man stets einige Feilen vorläufig anwärmt. Ein solcher Ofen gewährt bei großen Feilen nicht nur bedeutende Ersparung an Brennstoff, sondern auch den Vortheil einer sehr gleichmäßigen Hitze.

Hat nun der Stahl den erfahrungsmäßig zweckmäßigsten Grad von Glühhitze erlangt, so wird er schnell in kaltem Wasser abgelöscht. Alle Feilen, mit Ausnahme der halbrunden werden vertikal, die Spitze zu unterst, bis an die Angel, die man gewöhnlich ungehärtet läßt, eingetaucht. Halbrunde dagegen werden zwar auch vertikal gehalten, aber während dem Eintauchen ein wenig nach der Seite der Konvexität hin fortbewegt. Ohne diesen Handgriff krümmen sie sich rücklings.

Einige Fabrikanten setzen dem Härtewasser gewisse Substanzen zu, um eine kräftigere Härtung zu erzielen. Dahin gehört Schwefelsäure, deren Anwendung besonders zum Härten der Sägefeilen lange als ein großes Geheimniß bewahrt wurde. Alle dergleichen Mittel scheinen jedoch vor reinem, möglichst kaltem Brunnenwasser nichts voraus zu haben.

Sind die Feilen fertig gehärtet, so bürstet man sie mit Wasser und Kokespulver ab, wodurch ihre Oberfläche völlig gereinigt wird, und wäscht sie dann noch zu wiederholten Malen in reinem Wasser, um auch die letzten Spuren Salz fortzuschaffen, die den Stahl bald zum Rosten disponiren würden. Endlich werden sie auf einer heißen Platte schnell getrocknet, vorher auch wohl, um jede Spur von Rost zu vermeiden, in Kalkwasser getaucht und zuletzt mit Baumöl und ein wenig Terpenthinöl geölt.

Feldspath. Ein sehr häufig vorkommender, so namentlich den Hauptgemengtheil des Granites bildender Mineralkörper. Seine wesentlichen Bestandtheile sind Kieselerde, Thonerde und Kali, doch enthält er kleine Mengen Eisenoxyd, Kalk und Natron. Bei einer Analyse von Rose fanden sich in 100 Theilen 66,75 Kieselerde, 17,5 Thonerde, 12 Kali, 1,25 Kalk, 0,75 Eisenoxyd, 1,85 Wasser und Verlust. Er ist im

reinen Zustande farblos und durchsichtig, gewöhnlich aber nur durchscheinend und selten von weißer, gewöhnlich fleischrother oder grauer Farbe. Der Glanz ist schwach perlmutterartig. Spez. Gewicht = 2,4 bis 2,58. Die Härte kommt der des Glases ziemlich gleich. Er findet sich mitunter krystallisirt in rechtwinklig oder geschoben vierseitigen Prismen, viel häufiger derb, d. h. in unbestimmt geformten Theilen, mit anderen Mineralkörpern gemengt. Er besitzt einen zweifachen, sehr ausgezeichneten Blätterdurchgang. Vor dem Löthrohr kann er in feinen Splittern geschmolzen werden. Durch Verwitterung, die freilich äußerst langsam vorschreitet, verwandelt er sich in Porzellanerde, Kaolin, indem das Kali nebst einer kleinen Menge Kieselerde aufgelöst und fortgespült wird, Kieselerde und Thonerde aber zurückbleiben und in chemischer Verbindung mit Wasser die Porzellanerde darstellen. Seine Hauptanwendung ist in der Porzellanfabrikation, wo er in fein gemahlenem und geschlämmtem Zustande dem Kaolin zugesetzt wird, um durch seine Schmelzbarkeit die Masse in den dem Porzellan eigenthümlichen gesinterten oder halbgeschmolzenen Zustand zu bringen. Je eisenfreier und daher weißer, um so besser eignet er sich für diesen Zweck; leider ist der weiße Feldspath sehr selten. In Ermangelung von reinem Feldspath wird zu einigen Zwecken auch feldspathreicher Granit genommen, wie ein solcher sehr ausgezeichnet zu St. Austle in Cornwallis vorkommt. Dieser Granit enthält den Feldspath theils zersetzt, theils unzersetzt, ist wenig eisenhaltig und liefert fein gemahlen und geschlämmt eine, zwar nicht weiße sondern gelbliche, aber demungeachtet sehr zart und warm aussehende Porzellansorte.

Fette, kommen sowohl im Thier- als auch im Pflanzenreich sehr häufig vor. Sie sind theils fest und werden dann Wachs oder Talg, theils weich und werden dann Butter oder Schmalz, theils flüssig und werden dann Oel genannt. Sie sind im reinen Zustande farb- und geruchlos, gewöhnlich aber mehr oder weniger gelblich oder bräunlich gefärbt und von schwachem Geruch; die meisten sind beim Anfühlen schmierig; sie sind nicht flüchtig, sondern erleiden beim starken Erhitzen eine Zersetzung unter prasselndem Geräusch; auf Papier bringen sie einen, von selbst nicht wieder verschwindenden Fettfleck hervor. Stark erhitzt, brennen sie mit leuchtender, wenig rußender Flamme. Sie sind im Wasser völlig unauflöslich, im Weingeist, besonders in heißem absolutem Alkohol ein wenig löslich, dagegen in Aether, sowie in flüchtigen Oelen in jedem Verhältnisse auflöslich. Mit verdünnten Auflösungen von ätzenden und kohlensauren Alkalien geschüttelt, bilden sie eine milchige Flüssigkeit, Emulsion, welche das Fett im Zustande feinster mechanischer Zertheilung enthält. Mit ätzenden Alkalien anhaltend gekocht erleiden sie die unter dem Namen Verseifung bekannte Umänderung, worüber der Artikel Seife das Nähere gibt.

Die meisten natürlich vorkommenden Fette können in ein festes (Stearin) und ein flüssiges Fett (Oleïn) getrennt werden, und der Grad der Festigkeit oder Flüssigkeit hängt zum großen Theil von dem relativen Verhältniß des festen und flüssigen Bestandtheiles ab. Uebrigens ist sowohl das Oleïn als auch das Stearin verschiedener Fette mit mehr oder weniger abweichenden Eigenschaften begabt.

Von der Gewinnung und den Eigenschaften der flüssigen Fette handelt der Artikel Oele, fette; von der Gewinnung und Reinigung des Talges der Artikel Kerzen. Anderen wichtigeren Fetten sind besondere Artikel gewidmet, z. B. Wachs, Wallrath, Palmöl, Kokosnußöl, Baumwachs ꝛc.

Feuergewehr, s. Gewehr.

Feuerspritze, ein transportables Wasserpumpwerk, von der Gattung der sogenannten vereinigten Saug- und Druck-Pumpen, welches dazu bestimmt ist, Wassermassen in gehörigen Mengen und in geschlossenen Strahlen auf verhältnißmäßig bedeutende Höhen oder Weiten nach einer Brandstelle zu treiben und dadurch das Auslöschen des Feuers zu bewirken.

Der äußeren Gestaltung nach kann man alle Feuerspritzen in fahrbare und tragbare eintheilen, je nachdem sie auf Räder (Karren oder Wagen) gestellt sind oder nicht. Die tragbaren Spritzen kann man wieder unterscheiden in solche, welche mit dem Wassergefäße (Wasserkasten), aus welchem sie saugen, fest verbunden sind, oder hierzu besondere Gefäße nothwendig machen. Endlich pflegt man gewöhnlich noch alle diejenigen Handspritzen zu nennen, deren Bedienung nur eine einzige Person erfordert.

Was die hierbei in Anwendung gebrachten Pumpen betrifft, so sind dieß in der Regel solche mit Kolben, welche beim Arbeiten eine geradlinig fortschreitende, abwechselnd hin- und hergehende Bewegung machen. Spritzen mit rotirenden Kolben (wie die von Repsold in Hamburg u. A.), oder mit oscillirender Kolbenbewegung (wie die von Bramah in London u. A.) haben sich nirgends auf die Dauer bewährt, da es bei diesen unter allen Umständen schwierig ist, eine entsprechende Dichtung zu erzeugen.

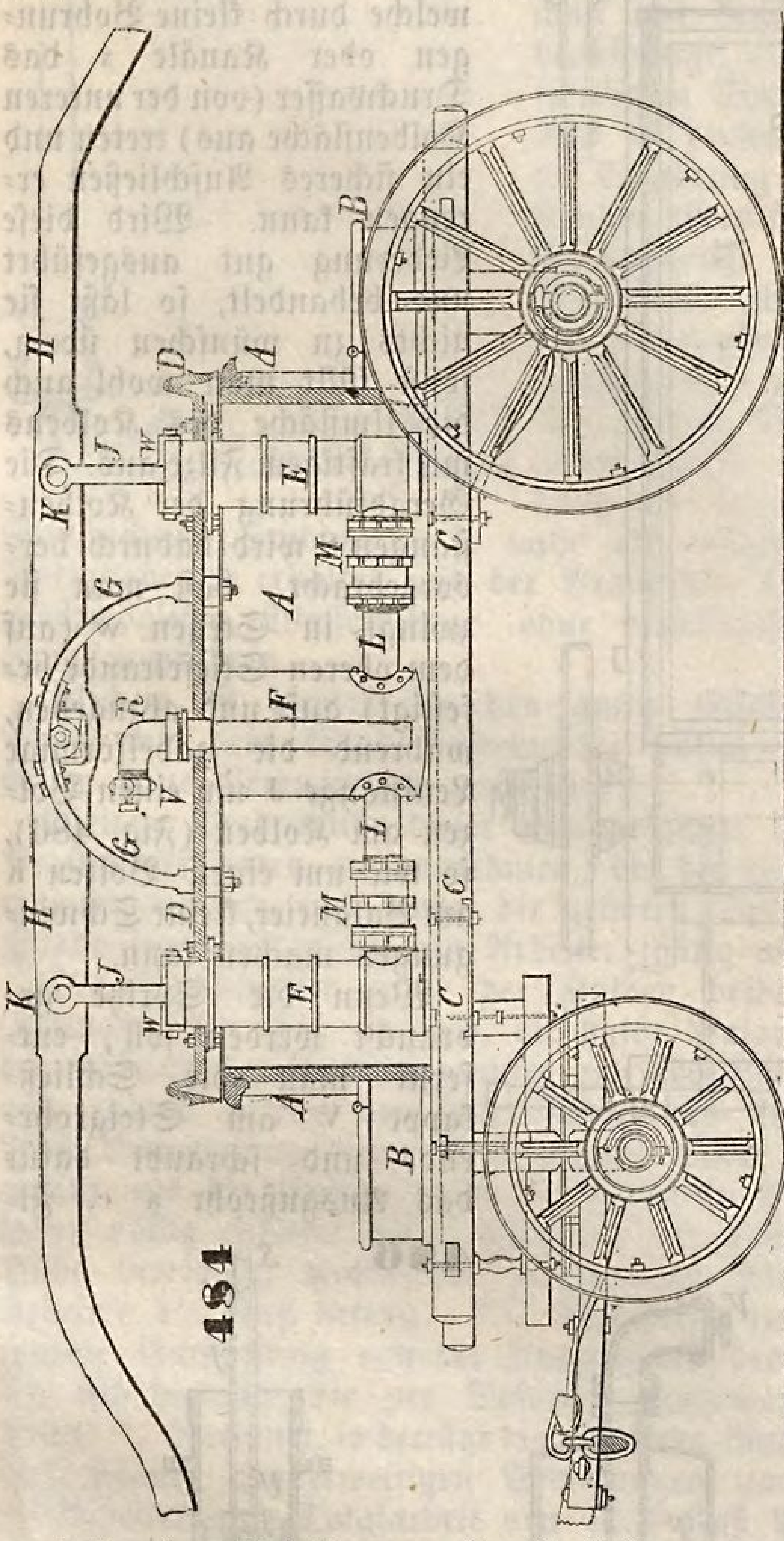
Den Pumpen der Feuerspritzen mit geradliniger Kolbenbewegung gibt man am besten vertikalstehende (weniger vortheilhaft horizontalliegende) Kolbenzylinder oder Stiefel, sobald die Bewegung durch Menschen bewirkt wird. In diesem Falle bringt man auch lieber zwei einfach wirkende Pumpen, als eine einzige doppelwirkende in Anwendung. Doppeltwirkende Pumpen sind dagegen sehr vortheilhaft, wenn die Bewegung von einer auf dem Spritzenwagen zugleich mit angebrachten Dampfmaschine übertragen wird, wie dieß u. A. bei den Dampffeuerspritzen von Braithwaite in London der Fall ist. Um die Gelegenheit wahrzunehmen, werde hierbei bemerkt, daß der Vortheil der großen Wirksamkeit dieser Dampfspritzen fast ganz dadurch aufgehoben wird, daß man nicht in dem Augenblicke, wo Feuer ausbricht, Dampf zum Betriebe der Spritze bereit hat und die ganze Handhabung nicht so einfach ist, als bei einer, welche durch Menschenhände in Bewegung gesetzt wird, den Kostenpunkt natürlich noch ganz unbeachtet gelassen.

Alle Feuerspritzen, wobei die Strahlhöhe oder Weite nicht sehr schwanken soll, müssen mit einem Windkessel, d. h. mit einem dichten Metallgefäße versehen sein, worin atmosphärische Luft abgesperrt wird, die wie eine regulirende Feder auf das auszutreibende Wasser wirkt, sich nämlich ausdehnt, wenn die wirksame arbeitende Kraft abnimmt (oder gar Null wird wie beim Kolbenwechsel) und sich zusammendrücken läßt, wenn diese Kraft wieder zunimmt. Damit das Wasser, wie oben bemerkt, in geschlossenem Strahle mit gehöriger Geschwindigkeit ausgetrieben wird, versieht man die Ausflußstelle des Wassers an der Spritze mit verhältnißmäßig engen Mundstücken (konisch konvergenten Ansatzröhren).

Nach diesen allgemeinen Auseinandersetzungen gehen wir zur speziellen Beschreibung mehrerer bewährten Feuerspritzen, und machen mit den sogenannten Wagenspritzen den Anfang, wobei bemerkt werden mag, daß sich von denselben überhaupt zwei Gattungen in allgemeiner Anwendung vorfinden, nämlich solche, wo die Stiefel nach der Längenaxe der Spritze neben einander aufgestellt sind, und solche, wo die Stiefel nach der Breite der Spritze über der hinteren Wagenaxe neben einander stehen. Erstere

(in Deutschland besonders gebräuchliche) Gattung hat den Vortheil, daß sie leichter in engen Gassen und anderen Räumen aufgestellt und gehandhabt werden können; wogegen letztere (in England allgemein beliebte) es möglich machen, eine größere Anzahl von Arbeitern neben einander stellen zu können.

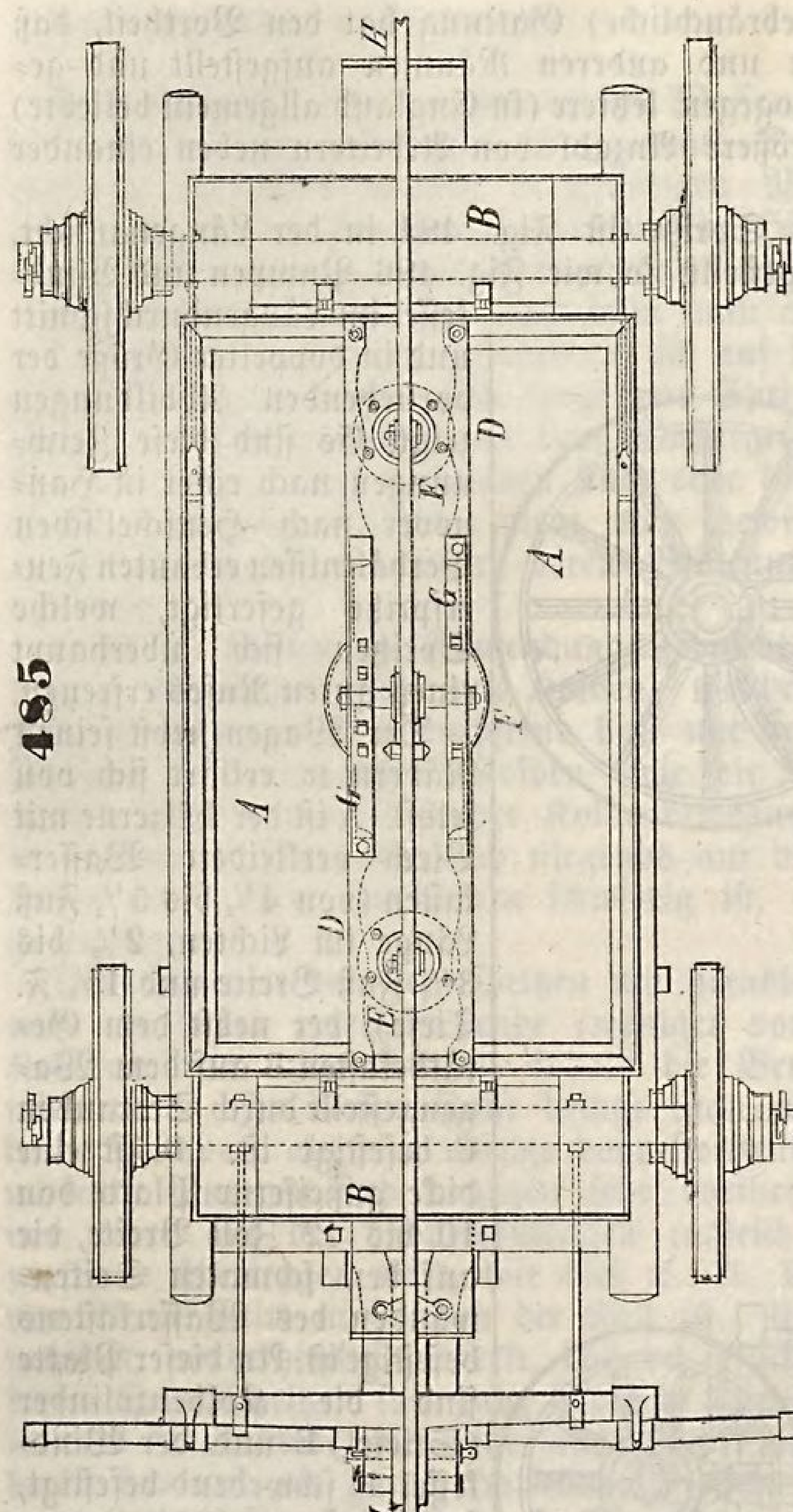
Die erste Gattung dieser Spritze ist Fig. 484 in der Längenansicht, Fig. 485 im Grundrisse dargestellt, so wie Fig. 486 Pumpen und Windkessel im Längendurchschnitt und in doppelter Größe der vorstehenden Abbildungen zeigt. Es sind diese Zeichnungen nach einer in Hannover nach Henschel'schen Verhältnissen erbauten Feuerspritze gefertigt, welche Spritzen sich überhaupt eines guten Rufes erfreuen.


484

Der Wagen nebst seinen Rädern 2c. erklärt sich von selbst. A ist der hölzerne mit Blech verkleidete Wasserkasten (von 4½ bis 5½ Fuß Länge im Lichten, 2½ bis 3¼ Fuß Breite und 1⅔ F. Tiefe), der nebst dem Geräthekasten B auf dem Wagengestelle durch Schrauben C befestigt ist. D ist eine dicke gußeiserne Platte von 10 bis 12 Zoll Breite, die auf den schmalen Seitenwänden des Wasserkastens befestigt ist. An dieser Platte sind die Kolbenzylinder (Stiefel) E und der Windkessel F schwebend befestigt, so wie sie auch die Lagerböcke G des Balanciers H trägt, an welchem letzteren die Scheeren oder Lenkstangen J der Pumpenkolben aufgehangen und an den äußersten Enden die in der Zeichnung weggelassenen Druckbäume zum Anfassen der Arbeiter angebracht sind.

Die Stiefel E sind von Messing, sehr genau ausgebohrt und polirt. Der Windkessel F ist aus Kupferblech gefertigt, und aus demselben Materiale bestehen auch die angenieteten Röhren L, durch welche der Windkessel mit den sogenannten Gurgelröhren M, mit den Ansatzröhren N und so weiter mit den Stiefeln in Kommunikation gesetzt ist. Aus der Zeichnung wird erkennbar, daß M überhaupt einen Kuppelmuff bildet, dessen Verbindung durch Schrauben, Stoß- und Gegenscheiben bewirkt wird. Die Saugventile O und Steigventile P, so wie die bis zum Windkesselboden reichende Steigröhre R bedürfen keiner Erklärung. Zur Dichtung

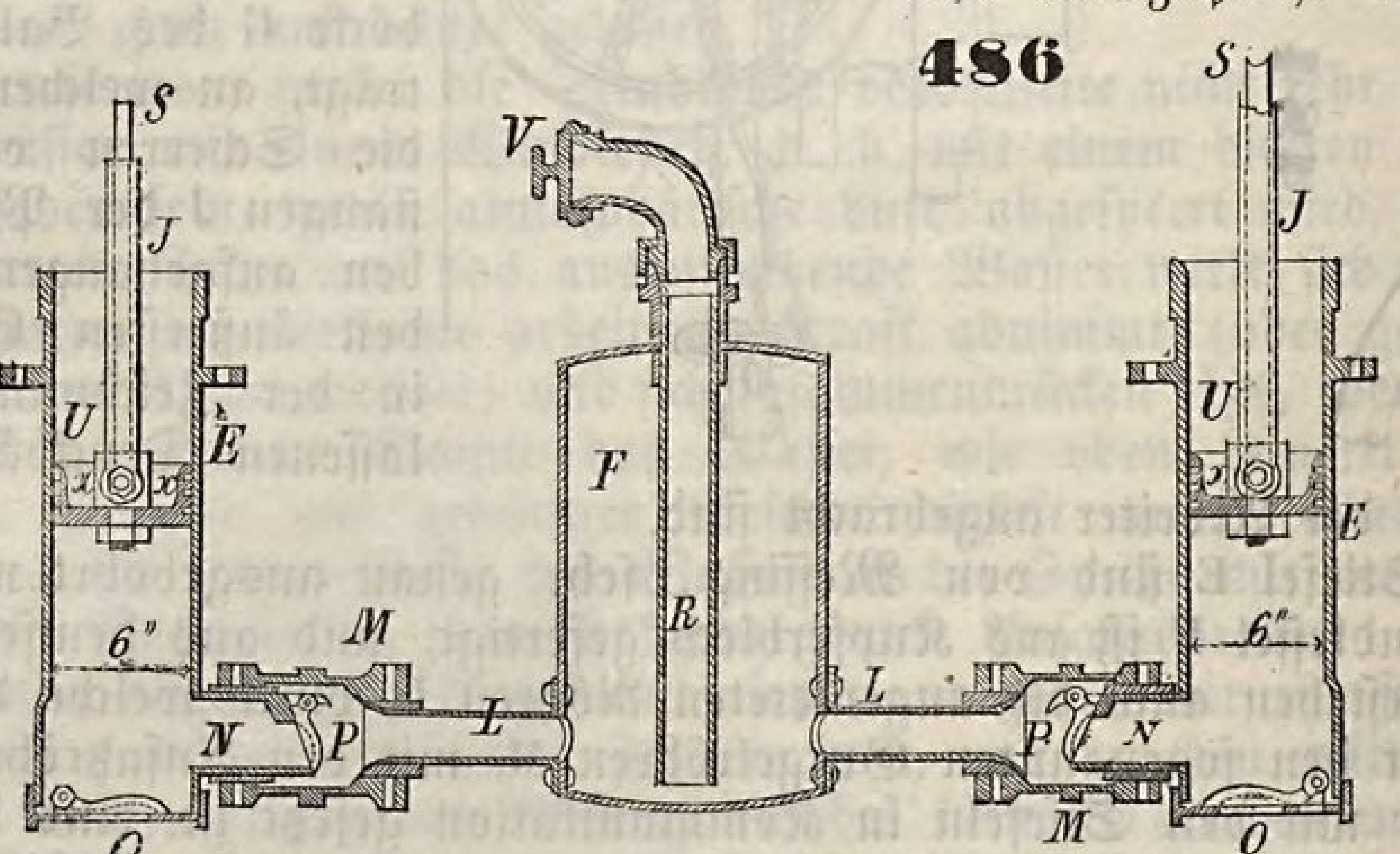
485



der Kolben U hat man die sogenannte Reichenbach'sche Liederung benutzt, d. h. in den Umfängen der Kolben zylindrische Vertiefungen ausgedreht und in diese Lederringe eingesprengt, hinter welche durch kleine Bohrungen oder Kanäle x das Druckwasser (von der unteren Kolbenfläche aus) treten und ein sicheres Anschließen erzeugen kann. Wird diese Liederung gut ausgeführt und behandelt, so läßt sie nichts zu wünschen übrig, sonst füllt man wohl auch die Umfläche des Kolbens mit kräftigem Filze aus. Die Geradführung der Kolbenstangen S wird dadurch hervorgebracht, daß man sie zwingt, in Stegen w (auf dem oberen Stiefelrande befestigt) auf- und abzugehen, während die gabelförmige Lenkstange J um einen Bolzen am Kolben (Fig. 486), so wie um einen Bolzen K am Balancier, kleine Schwingungen machen kann.

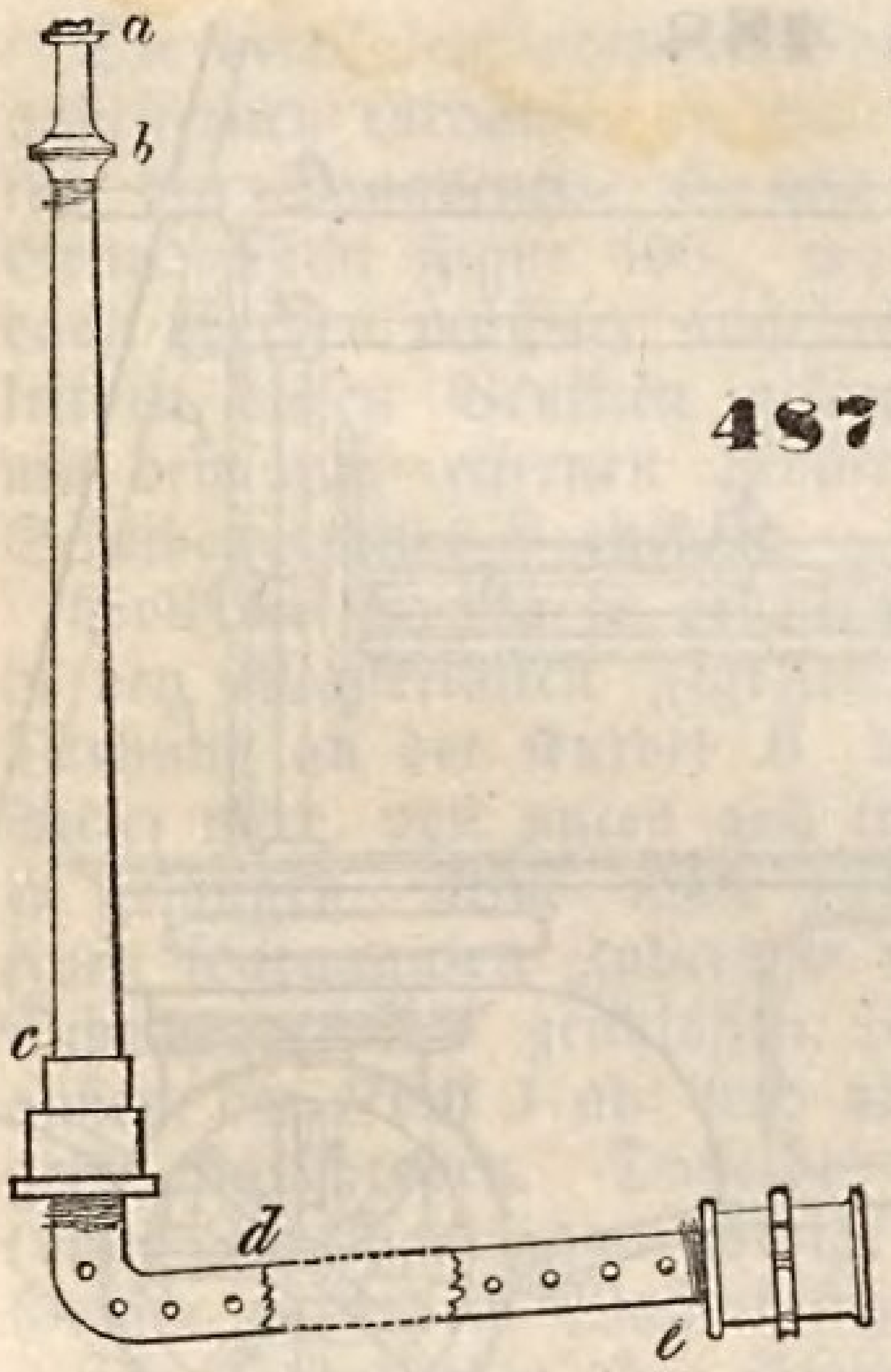
Wenn die Spritze gebraucht werden soll, entfernt man die Schließkappe V am Steigrohrende und schraubt dafür das Ausgußrohr a c, Fi-

486



gur 487, mit zwischengebrachtem Hanf- oder Lederschlauch d e (oder auch ein sogenanntes Knierohr oder Schwanenhals) an. Das Ausgußrohr bildet dabei von b bis c einen Hohlkegel von etwa 18 Grad Konver-

487



genzwinkel, während das besonders aufgeschraubte Mundstück a b genau zylindrisch (oder höchst schwach konisch mit höchstens 5 Grad Konvergenzwinkel) gestaltet wird. Der kleinste Durchmesser des Mundstückes muß dabei um so geringer sein, je beträchtlicher die Höhe oder Weite ist, welche man mit dem Wasserstrahle zu erreichen beabsichtigt. (Bei der gegenwärtigen Henschel'schen Spritze hat das weiteste Mundstück 10 Linien Durchmesser.) Da jedoch die Erfahrung lehrt, daß die Wirkung des Spritzwassers für eine gleiche auszugießende Wassermenge ganz besonders von der Strahldicke abhängig ist, so bedient man sich der engsten Mundstücke (von 5 Linien Durchmesser) nur in den äußersten Fällen. Bei weitem lieber sucht man der eigentlichen Quelle des Feuers unter Anwendung von langen, ledernen oder hanfenen Schläuchen (Schlangen) so nahe als möglich zu kommen, um kleinere Steighöhen zu erhalten und der Brandstelle durch weitere Mundstücke die größtmögliche Wassermenge ohne verhältnißmäßig große Kraftanstrengung zuzuführen.

Wichtig ist hierbei für den guten Effekt, daß die Schläuche gleiche Weite mit dem Windkesselsteigrohre haben, und an den Verbindungsstellen keine Verengungen vorkommen.

Weitere Verhältnisse dieser Henschel'schen Spritzen sind aus folgenden Versuchsresultaten zu entnehmen, die bei einer Probe in Hannover gewonnen wurden, und wobei die geübten Spritzenleute (Feuermänner) der Stadt-Feuerlöschanstalt als Arbeiter thätig waren.

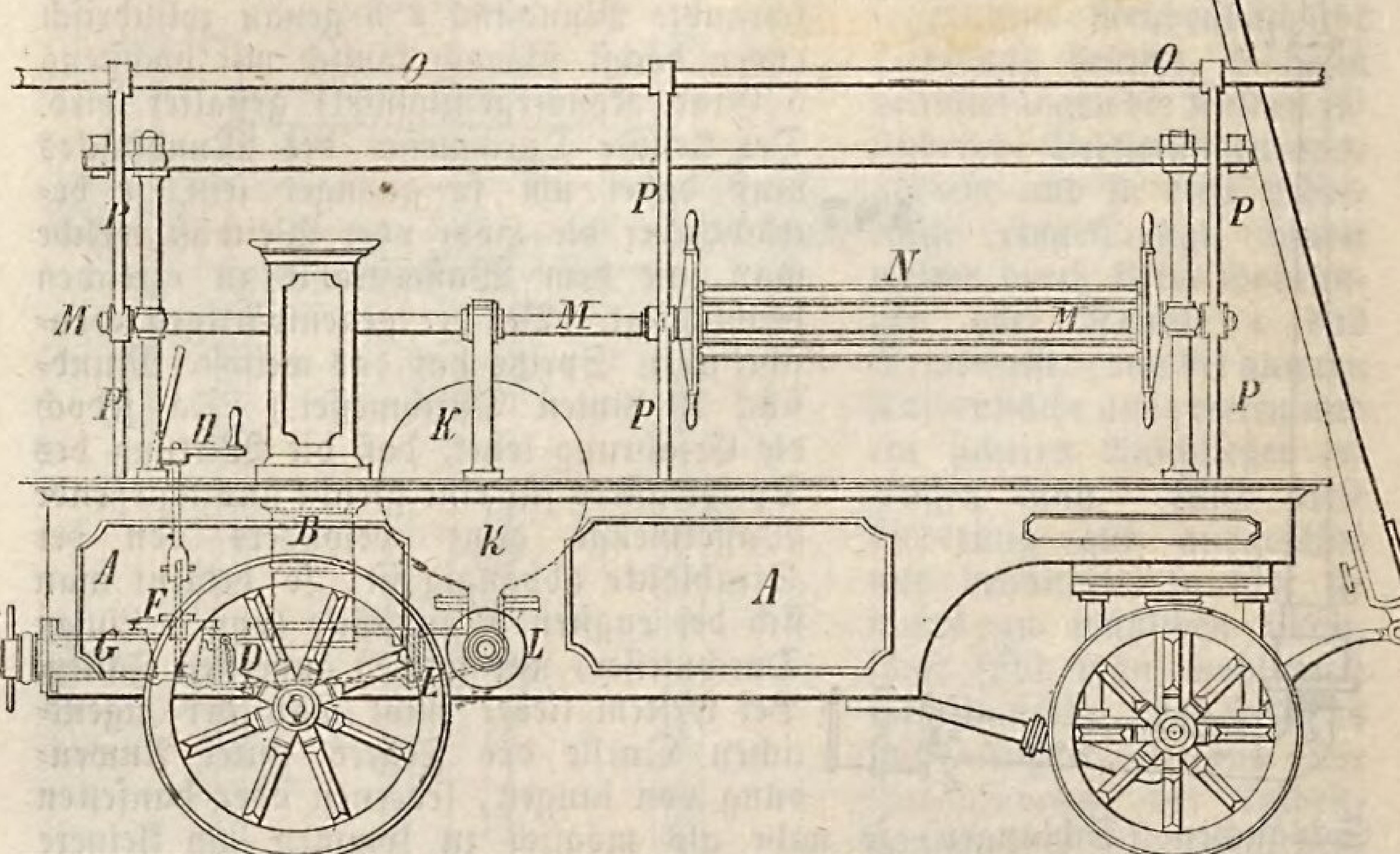
Der Durchmesser jedes der Kolben beider Stiefel betrug $5\frac{1}{2}$ Zoll (hannov.), der Hub 12 Zoll, die halbe Balancierlänge 7 Fuß $5\frac{1}{2}$ Zoll, der Abstand der Aufhängepunkte von der Balancieraxe 1 Fuß $7\frac{1}{2}$ Zoll, und endlich betrug der freie Raum des Wasserkastens $21\frac{1}{2}$ Kubikfuß. Nach Ermittelung dieser Dimensionen wurde der Wasserkasten vollständig gefüllt und die Spritze durch 14 Mann in Betrieb gesetzt, bis der Wasserkasten völlig entleert war. Während der ganzen Arbeitszeit wurden 180 Hübe verrichtet, wobei der jedesmalige Weg des Angriffspunktes der Arbeiter $4\frac{1}{2}$ Fuß betrug. Die Wurfweite erreichte sicher 95 Fuß horizontale Entfernung von der Ausgußstelle des Mundstückes an gerechnet. Da sich hiernach die per Sekunde ausgeworfene Wassermenge zu 9,53 Pfund *) berechnet, so beträgt die erhaltene Nutzarbeit $95 \times 9{,}53 = 905{,}35$ Fuß Pfund. Anderweitigen Schätzungen nach ist anzunehmen, daß die 14 Arbeiter eine Totalarbeit von 1750 Fuß Pfund **) übertragen haben, wonach sich ein Nutzeffekt von 51 Prozent herausstellt.

Die zweite Gattung von Wagenspritzen ist in Fig. 488 bis Fig. 490 dargestellt. Die Wände A des Wasserkastens sind aus mit Firniß überzogenem Eisenblech gebildet, so wie überhaupt beim ganzen Baue auf Festigkeit, aber auch auf das möglich geringste Gewicht Bedacht genommen ist.

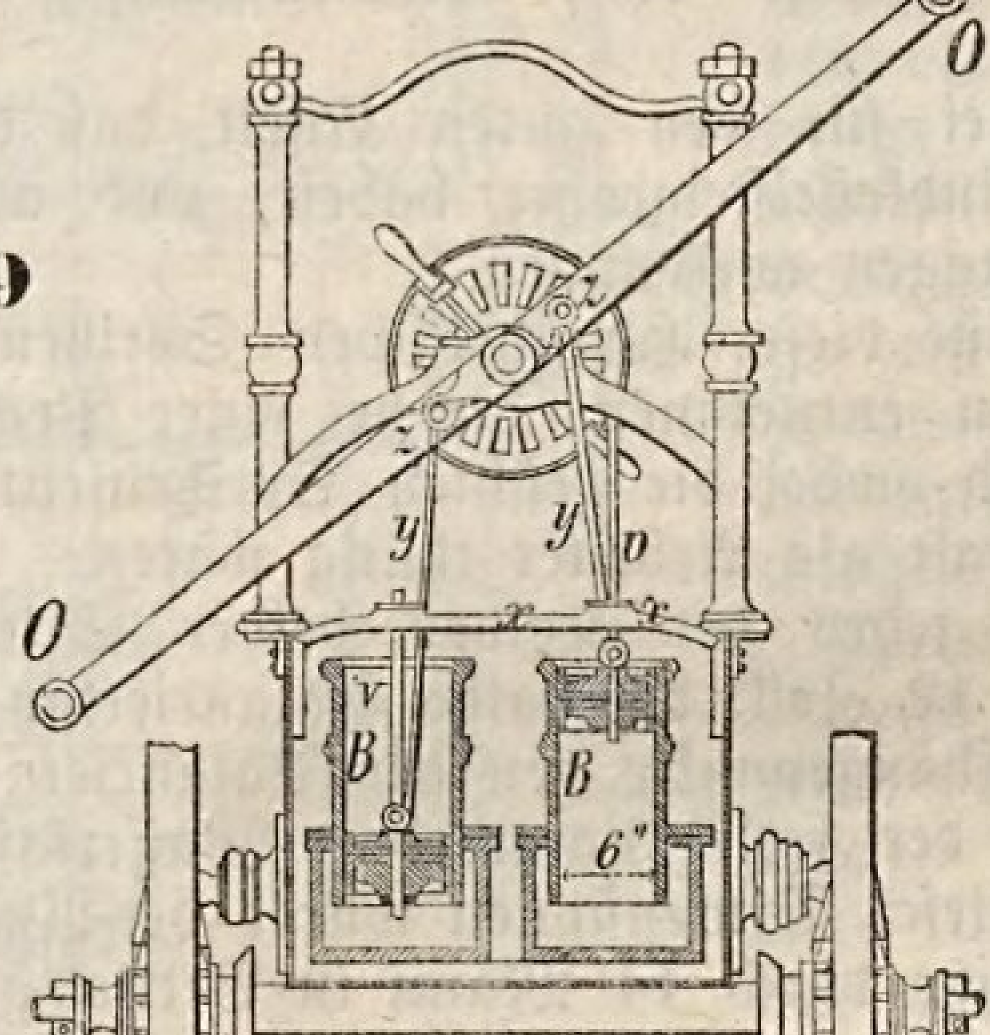
*) 1 hannov. Kubikfuß Wasser = 53,2 Pfund hannov. gesetzt.

**) Ein Mann 25 Pfund Druck mit 5 Fuß Geschwindigkeit pr. Sekunde, oder $18\frac{1}{2}$ Pfund Druck mit $6\frac{3}{4}$ Fuß Geschwindigkeit pr. Sekunde.

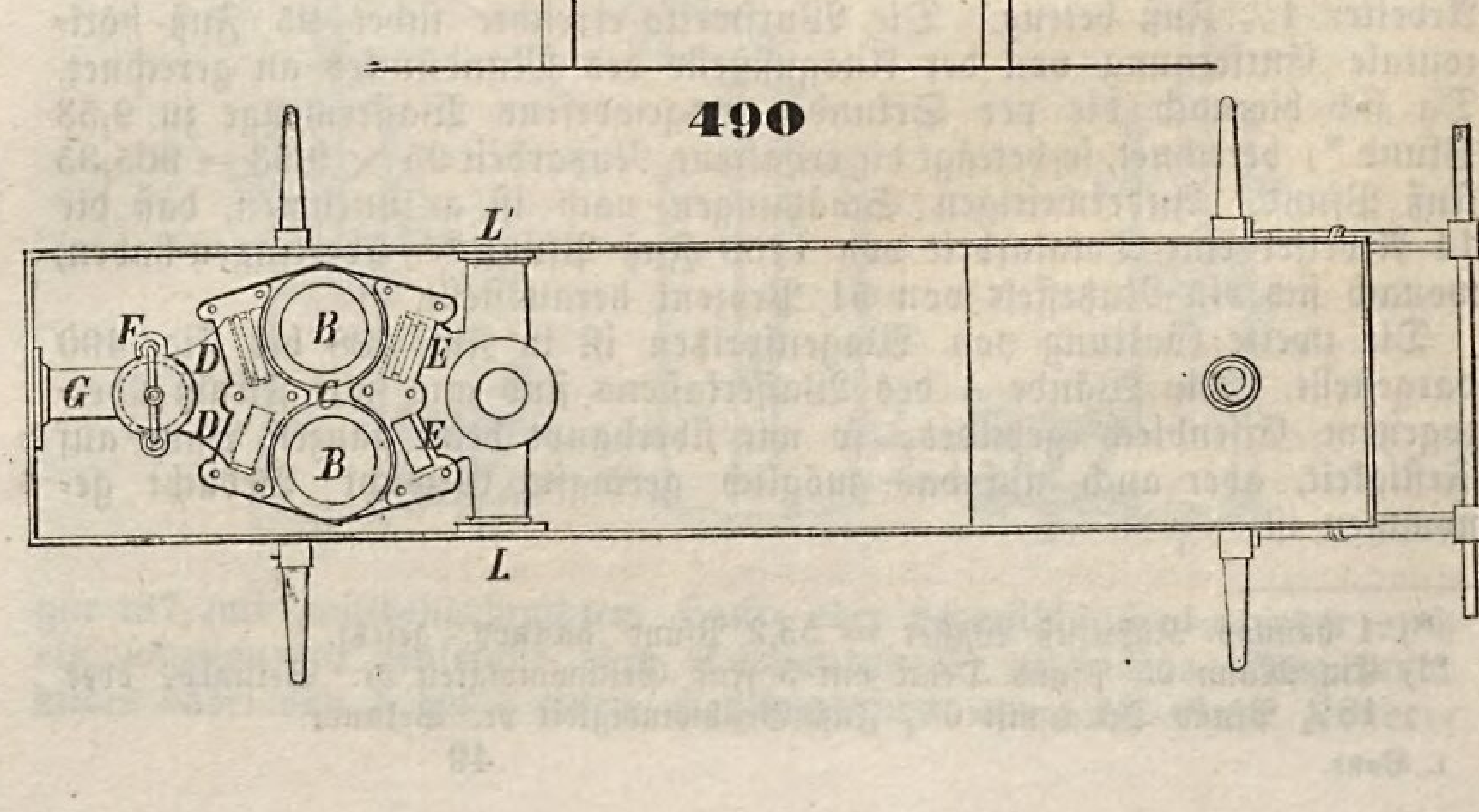
488



489



490



Die vertikalen, oben und unten offenen Pumpenstiefel B sitzen in einem gußeisernen Gehäuse, an welchem vorn und hinten respektive die Kasten für die Saugventile D und Steigventile E (man sehe besonders die Grundansicht Figur 490, wo Stiefel und Windkessel K abgehoben gedacht werden müssen) angebracht sind, so daß man mit großer Leichtigkeit zu diesen Ventilen gelangen kann. Die Saugventile kommuniziren mit dem guß- eisernen Rohre G, welches gleichzeitig das Gehäuse eines Scheibenventiles F enthält.

Soll die Spritze so arbeiten, daß fortwährend Wasser mittelst Eimer in den Wasserkasten gegossen wird, so öffnet man durch entsprechende Drehung an der Kurbel H das Ventil in F, wodurch dem Wasser gestattet wird, von unten aus in das Rohr G und zu den Saugventilen D zu gelangen. Will man das Wasser durch eine besondere Pumpe, einen sogenannten Zubringer in den Wasserkasten A führen, so wird das Scheibenventil F geschlossen, in der Verlängerung der Röhre G aber nach außen der Kopf J ab- und an dessen Stelle der Schlauch des Zubringers angeschroben. Dasselbe geschieht übrigens auch, wenn die Spritze (ohne Zubringer) das nöthige Wasser aus einem Brunnen oder sonstigen Gefäße nach dem Wasserkasten von selbst aufsaugen soll.

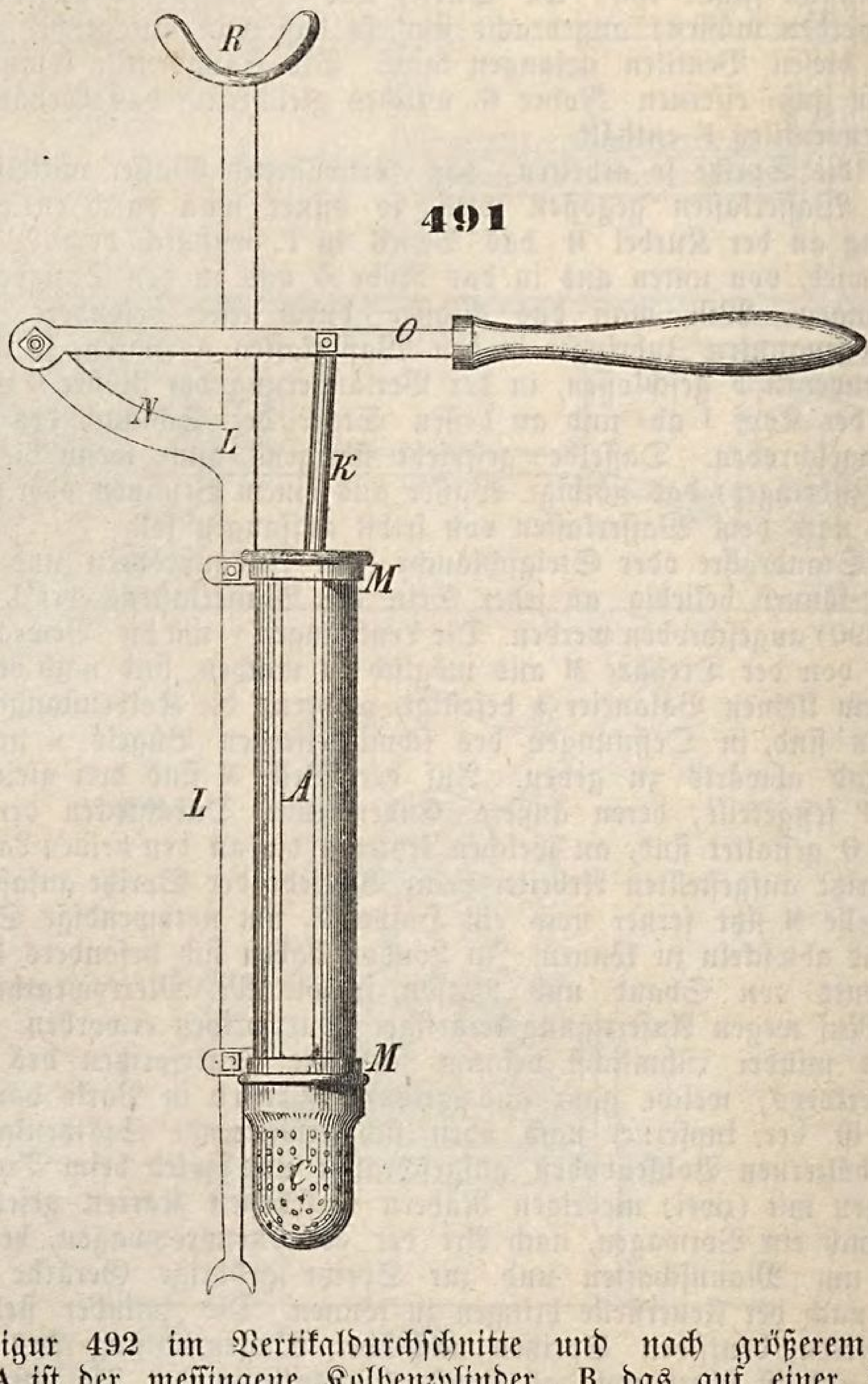
Die Standrohre oder Steigschläuche (mit Ausgußröhren und Mundstücken) können beliebig an jeder Seite des Wasserkastens bei L oder L' (Fig. 490) angeschroben werden. Die Lenkstangen y um die Bewegung der Kolben von der Drehaxe M aus möglich zu machen, sind nach oberwärts an einem kleinen Balancier z befestigt, während die Kolbenstangen v gezwungen sind, in Oeffnungen des schmiedeisernen Bügels x geradlinig auf- und abwärts zu gehen. Auf der Welle M sind drei gleicharmige Hebel P festgekeilt, deren äußere Enden zum Durchstecken der Druckbäume O gestaltet sind, an welchen letzteren die an den beiden Langseiten der Spritze aufgestellten Arbeiter beim Betriebe der Spritze anfassen. Auf der Welle M sitzt ferner noch ein Haspel N, um nothwendige Schläuche auf- und abwickeln zu können. In London haben sich besonders die Etablissements von Shaud und Mason, so wie M. Merryweather einen guten Ruf wegen Anfertigung derartiger Feuerspritzen erworben.

Nicht minder rühmlichst bekannt sind die Feuerspritzen des Pariser Pompierkorps, welche ganz ausgezeichnet Flaud in Paris baut. Bei diesen ist der kupferne, nach oben sich erweiternde Spritzenkasten auf einem hölzernen Bohlenboden aufgeschraubt und wird beim Transporte auf einen mit (zwei) niedrigen Rädern versehenen Karren gesetzt, dem wohl auch ein Vorwagen, nach Art der Kanonenprotzwagen, beigegeben wird, um Mannschaften und zur Spritze gehörige Geräthe zugleich schnell nach der Feuerstelle bringen zu können. Die Zylinder stehen wie bei unseren deutschen Spritzen nach der Längenrichtung des Wasserkastens und ist überhaupt das Konstruktionsprinzip der Fig. 484 — 486 abgebildeten Spritze im Wesentlichen gleich.

In Deutschland hat sich neuerdings der Mechaniker Ertel in München bestrebt, Feuerspritzen mit einer einzigen doppeltwirkenden Pumpe einzuführen, welche zugleich außerhalb des Wasserkastens liegt und wobei man leicht zu den Ventilen gelangen kann, wie dieß jedoch auch bei der zuletzt beschriebenen englischen Spritze (Figur 488 — 490) der Fall ist. Durch die Anbringung des Pumpenkörpers außerhalb des Wasserkastens will Ertel besonders den Vortheil erreicht haben, daß die Pumpe im Winter bei großer Kälte durch außerhalb angebrachtes Kohlenfeuer leicht erwärmt und das Einfrieren fast ganz verhütet werden kann. Die Arbeiter zum Betriebe dieser Spritzen werden ebenfalls zu beiden Enden oder an den schmalen Seiten der Spritze aufgestellt.

Wir wenden uns nunmehr zur Beschreibung zweier der gebräuchlichsten und besten Handspritzen. Eine solche durch Bequemlichkeit in der Handhabung lobenswerthe Spritze zeigt Figur 491 in der äußeren An-

491

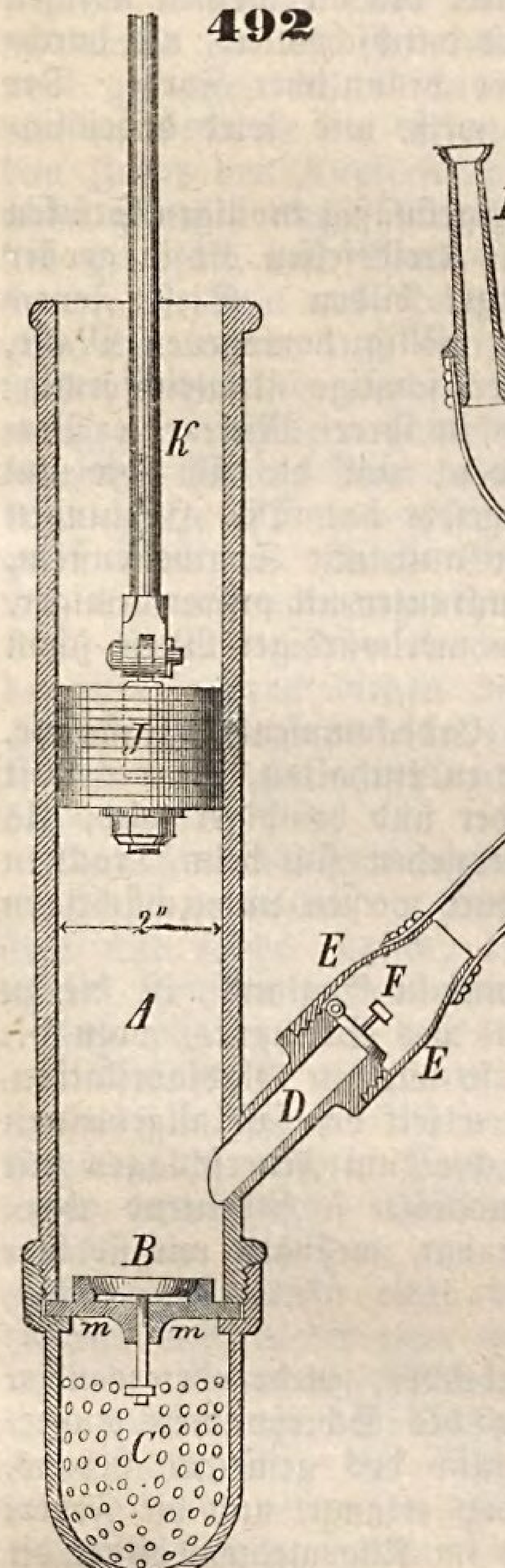


sicht, Figur 492 im Vertikaldurchschnitte und nach größerem Maßstabe. A ist der messingene Kolbenzylinder, B das auf einer Bodenplatte angebrachte Saugventil (dabei den Führungssteg m gerade in der Mitte durchschnitten). Ein Sieb C verhindert den Eintritt von Unreinigkeiten in den Stiefel, welche dem freien Spiele der Ventile nachtheilig sein könnten. Am äußeren Ende des kurzen Seitenrohres D befindet sich das Steigventil F, welches vom an D geschrobenen Rohrstücke E umgeben wird. An letzterem ist mittelst Bindfaden der Ausgußschlauch G, so wie an diesem wieder in gleicher Weise das Mundstück H befestigt. Der Kolben J wird von übereinandergelegten Lederscheiben gebildet, die gehörig mit Fett getränkt und zwischen zwei Metallscheiben zusammengeschroben sind. Der Kolbenzylinder A ist mittelst eiserner Ringe an einer nach unten halbmondförmig gestalteten Stütze L befestigt, die am oberen Ende mit einer Krücke R zum bequemen Aufdrücken der Hand

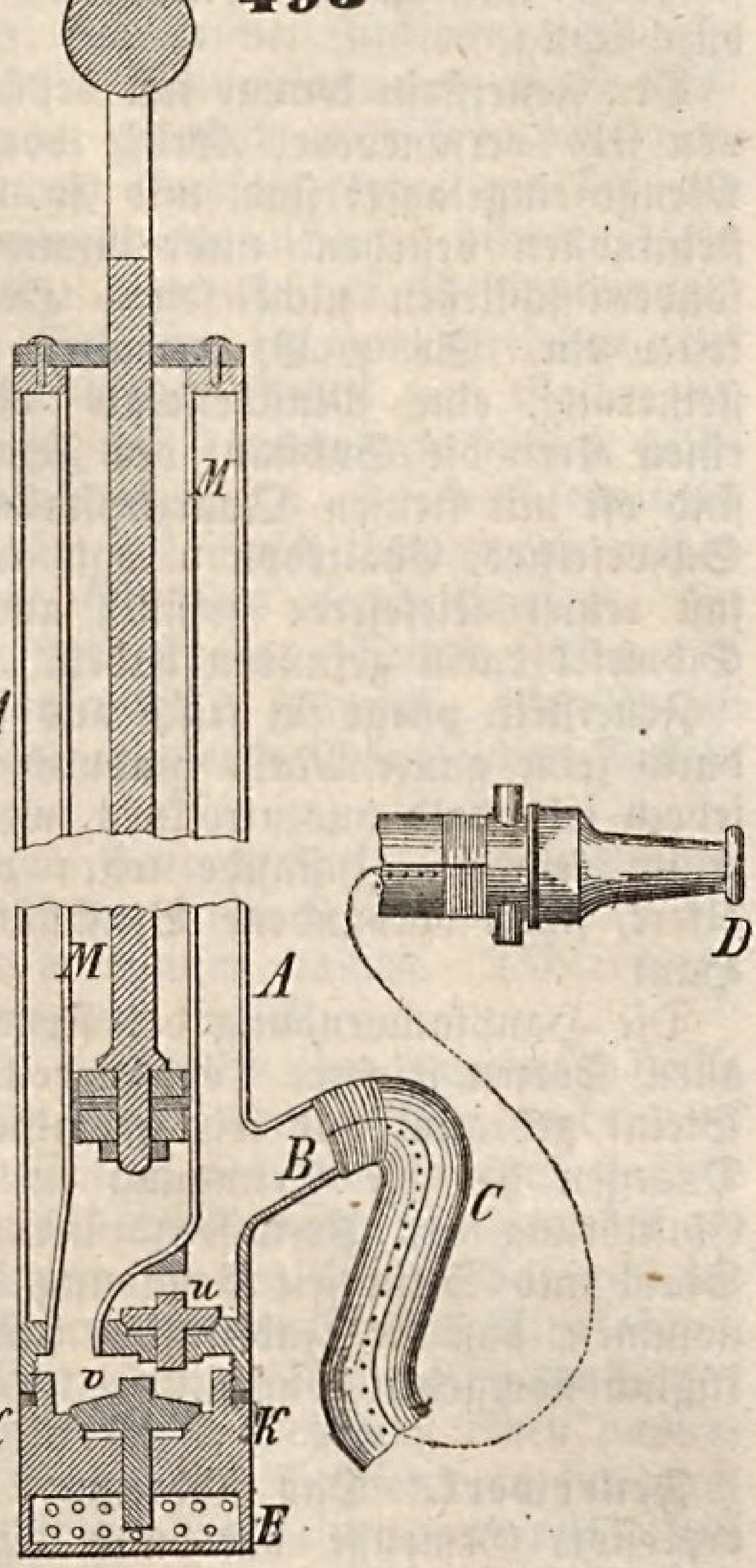
(oder zum bequemen Anbringen unter dem linken Arme) versehen ist. Der Arm N der Stütze L dient dazu, einen Drehpunkt für den Bewegungshebel O zu bilden, an welchem die schwingbare Lenk- und Kolbenstange K aufgehangen ist.

Eine andere mit Windkessel versehene Handspritze ist in der Durchschnittsfigur 493 dargestellt. Der Windkessel A umschließt hier zugleich

492



493



den Kolbenzylinder M, so wie das Steigventil u. An das seitliche Rohrstück B des Windkessels ist der am äußeren Ende mit einem Ausgußrohre D versehene Schlauch C angeschroben. Das zylindrische Stück k, welches den Sieb oder Seiher E nebst dem Saugventile v enthält, ist an den Windkessel angeschraubt und gehörig mit Leder gedichtet. Windkessel, Stiefel und Ventile sind ganz aus Messing hergestellt. Derartige Handspritzen sollen sich bei den Londoner Feuerlöschanstalten ganz besonders bewährt haben.

Feuerstein. Ein im Wesentlichen nur aus Kieselerde bestehendes Mineral von ausgezeichnet muschligem, oft sehr flachmuschligem Bruch

und ganz matter, oder doch nur sehr wenig schimmernder Bruchfläche. Die äußere Oberfläche freilich ist häufig durch Abreibung geglättet und dann glänzend. Er bildet beim Zerschlagen meistens sehr scharfkantige Bruchstücke. Die Härte ist beträchtlich und kommt der der übrigen Quarzfossilien gleich, daher er denn auch am Stahle Funken gibt, und zwar seiner eigenthümlichen Zähigkeit wegen, in Folge deren er nicht leicht beim Anschlagen des Stahles absplittert, stärker als die meisten übrigen Mineralkörper von ganz gleicher Härte. Er ist durchscheinend, nie durchsichtig und von hell- oder dunkelgrauer oder bräunlicher Farbe. Der schwarze und graue brennt sich im Feuer weiß und wird dabei undurchsichtig.

Der Feuerstein kommt fast beständig in unregelmäßig knolligen Stücken von sehr verschiedener Größe vor, die in den Kreidefelsen oft in großer Menge eingelagert sind, und so mächtige Lager bilden. Diese Feuersteinknollen bestehen nicht immer aus einer völlig homogenen Masse, sondern schließen nicht selten Höhlungen oder sonstige Ungleichförmigkeiten ein. So z. B. enthalten sie zuweilen in ihrer Mitte eine Versteinerung, eine Muschelschale oder dergleichen, um die sich wie um einen Kern die Substanz des Feuersteines angesetzt hat. Die Höhlungen sind oft mit kleinen Quarzkrystallen, zuweilen auch mit Spatheisenstein, Schwefelkies, Chalzedon u. dgl. ausgekleidet, mitunter mit pulverförmiger, fast reiner Kieselerde gefüllt; auch will man merkwürdiger Weise schon Schwefel darin gefunden haben.

Feuerstein pflegt im frisch aus der feuchten Erde kommenden Zustande, durch seine ganze Masse hindurch Feuchtigkeit zu enthalten, an der Luft jedoch sehr bald auszutrocknen, wobei er spröder und brüchiger wird, als er im feuchten Zustande war; zuweilen überziehen sich beim Trocknen ältere, schon vorhandene Bruchflächen mit einer weißen undurchsichtigen Haut.

Die Hauptanwendung des Feuersteines, zumal in England, ist die zu allen Sorten feinerer Töpferarbeiten, besonders des Steinguts, wozu die Steine gebrannt und fein gemahlen werden, so wie zur Glasfabrikation. Dagegen hat die Benutzung zu Flintensteinen seit der fast allgemeinen Einführung der Perkussionszündung, so wie die zum Feuerschlagen mit Stahl und Stein seit Erfindung der Reibzündhölzer so bedeutend abgenommen, daß die Fabrikation fast aufgehört hat, weßhalb wir sie hier füglich übergehen können.

Feuerwerk. Das Abbrennen leichtentzündlicher, mehr oder weniger explosiver Gemenge hat durch die Erfindung des Schießpulvers außerordentlichen Einfluß auf die Gesammtverhältnisse des gemeinen Lebens, besonders aber auf die Art der Kriegführung erlangt, und die Feuerwerkerei oder Behandlung des Schießpulvers im Allgemeinen bildet die Grundlage der jetzigen Kriegskunst. Aber auch zur Belustigung kann das Abbrennen schießpulverartiger Mischungen dienen, die theils durch die Helligkeit, Farbenpracht und Lebendigkeit des Feuers, theils durch die vielfältigen raschen Bewegungen dem Auge ein ungemein unterhaltendes Schauspiel darbieten. Diese letztere Bedeutung ist es, die gewöhnlich dem Worte Feuerwerk unterlegt wird, und von welcher allein in dem gegenwärtigen Artikel gehandelt werden soll.

Die meisten und schönsten Erfindungen im Gebiete der Feuerwerkerei verdankt man dem berühmten Ruggieri und seinem Sohn, die in Rom, Paris und den meisten übrigen Hauptstädten von Europa ihre bis dahin und vielleicht auch nach ihnen unerreichte Kunst in der Ausführung brillanter Feuerwerke produzirten.

Die drei Hauptmateriale zu fast allen Feuerwerken sind die Bestandtheile des Schießpulvers: Salpeter, Kohle und Schwefel; außer diesen dienen aber noch mancherlei Nebenmaterialien, als Feilspäne von Eisen, Stahl, Kupfer, Zink, ferner Harz, Kampfer, Lykopodium und noch viele andere. Auch Schießpulver selbst wird sehr häufig, und zwar zum Theil gekörnt, zum Theil ungekörnt, als Mehlpulver, angewandt. Eisenfeilspäne, besonders wenn sie recht lang, aber fein sind, bewirken sprühende rothe und weiße Funken. Feil- und Bohrspäne von Stahl und Gußeisen geben noch glänzenderes, heftiger sprühendes Feuer. Alle dergleichen Späne müssen, wenn sie die verlangte Wirkung machen sollen, ganz rostfrei sein. Ein Zusatz von Kupferfeilspänen bedingt eine grüne, Zinkspäne eine sehr schön grünlich blaue Färbung des Feuers. Schwefelantimon wirkt ähnlich wie Zink, das Blau ist noch weniger grünlich, aber sehr stark rauchend. Bernstein und Kolophonium, so auch Kochsalz färben die Flamme gelb, das letztere muß aber, um die Verbrennung nicht zu hindern, sehr trocken angewandt werden. Lampen- oder Kienruß, mit Mehlpulver gemengt, erzeugt ein dunkelrothes, mit Salpeter zusammengerieben, ein hellrothes Feuer. Man bedient sich eines solchen Satzes zum Goldregen. Auch gelber Glimmer wird wohl zugesetzt, und bewirkt recht hübsche goldgelbe Strahlen. Durch Grünspan entsteht hellgrün, durch Eisenvitriol und Salmiak ein angenehmes Palmgrün. Kampfer bringt ein weißes Licht hervor, und wird auch wohl des Geruches wegen zugesetzt. Zu demselben Zweck dienen auch Benzoe und Storax. Durch Zusatz von Hexenmehl entsteht eine sehr schöne rosenrothe Flamme. Gewöhnlich freilich wird Hexenmehl nur im Theater zu feuerauswerfenden Fackeln angewandt.

Man kann die mancherlei verschiedenen Feuerwerke in 3 Hauptklassen zerfällen: in solche, die ihre Wirkung auf der Erde, solche, die sie in der Luft und solche endlich, die sie auf dem Wasser machen. Die ersteren wieder zerfallen in feststehende und bewegliche Stücke.

Fast alle bestehen aus einer äußeren papiernen oder pappenen Hülse und dem darin befindlichen brennbaren Satz. Die Hülsen werden auf einem zylindrischen Stabe von angemessenem Durchmesser aus starkem Papier oder dünner Pappe, in mehreren Windungen übereinander geleimt, angefertigt. Das eine Ende wird in der Regel dadurch fest verschlossen, daß man es mittelst eines umgelegten starken Bindfadens, auch wohl mittelst einer besonderen Vorrichtung stark zusammenschnürt (würgt) und in die etwa noch vorhandene kleine Oeffnung einen papiernen oder thönernen Pfropf eintreibt. Bei solchen Stücken, wo sich nach dem Ausbrennen des Satzes die Entzündung auf einen anderen Theil fortpflanzen soll, läßt man den kleinen Pfropf weg, und verbindet das hintere Ende der ersten Hülse mit dem vorderen der anderen. Auch die vorderen Enden werden nach dem Einfüllen des Satzes gewöhnlich zugewürgt, und die so entstehende bedeutende Verengerung nöthigt den Feuerstrahl mit großer Heftigkeit hervorzusprühen. Nur da, wo eine ruhige, geräuschlose Flamme verlangt wird, läßt man die Mündung der Hülsen ihrer ganzen Weite nach offen.

Der Satz, dessen Zusammensetzung je nach den verschiedenen Zwecken sehr verschieden sein kann, wird meistentheils, um das allzurasche Abbrennen zu mildern, durch gewaltsames Schlagen stark verdichtet, was zugleich den Vortheil gewährt, daß eine Hülse von bestimmter Größe und Gewicht eine weit größere Menge des Satzes aufzunehmen vermag, als ohne Verdichtung desselben möglich wäre.

Wir gehen nun zu einer kurzen Beschreibung der hauptsächlichsten Feuerwerksstücke über.

1. Feststehende Stücke bestehen fast sämmtlich in einer Zusammenstellung mehrerer Bränder, d. h. einfacher, mit irgend einem Satz gefüllter und an dem vorderen Ende gewürgter Hülsen, die einen lebhaften Feuerstrahl auswerfen. Der gewöhnlichste Satz für Bränder von nicht über $^3/_4$ Zoll Durchmesser ist: 16 Mehlpulver, 3 Kohle; für größere: 16 Mehlpulver, 4 Stahlfeilspäne. Das chinesische Feuer, das mit prachtvollen blumenähnlichen Funken (Jasminblüthen genannt) brennt, wird für Bränder unter $^3/_4$ Zoll aus 16 Mehlpulver, 8 Salpeter, 3 feinem Kohlenpulver, 3 Schwefel und 10 feinen Gußeisenbohrspänen; für größere Bränder aus 16 Mehlpulver, 12 Salpeter, 3 Kohle, 3 Schwefel und 12 groben Gußeisenspänen zusammengesetzt. Durch Verbindung mehrerer Bränder entstehen unter anderen die feststehende Sonne, indem eine Anzahl von Brändern in der Richtung der Radien eines Kreises oder der Speichen eines Rades verbunden, und zu gleicher Zeit in Brand gesetzt wird. Wenn, wie in dem vorliegenden Falle, mehrere, oft sehr viele Stücke gleichzeitig entzündet werden müssen, so geschieht dieß mittelst der Ludelfäden oder Stopinen, d. h. mit Pulver getränkter, in eine dünne papierne Röhre eingeschlossener baumwollener Dochte. Aus solchen Stopinen, deren jede die Länge eines Papierbogens oder auch mehrerer Bogen haben kann, und deren Hülsen man absichtlich an dem einen Ende ein wenig weiter macht, als an dem anderen, um bequem das dünnere Ende der einen in das weitere der nächsten einstecken zu können, bildet man dann eine vollständige Leitung nach allen zu entzündenden Punkten.

Unter Glorien versteht man ähnliche Zusammenstellungen, wobei die Mündungen der Bränder nicht in einem einfachen Kreise, sondern in dreieckigen, sternförmigen oder anderen Figuren angeordnet sind, und die oft selbst mehrere Reihen von Brändern enthalten.

Der Fächer besteht aus mehreren, etwa 5 oder 7, als Radien eines Viertel- oder Halbkreises verbundenen Brändern. Drei Bränder bilden den sogenannten Gänsefuß.

Mosaik entsteht, wenn mehrere, nicht zu weit, etwa 3 Fuß von einander entfernte Pfähle auf die Art mit Brändern besetzt werden, daß sich beim Brennen allemal vier Feuerstrahlen in einem Punkte vereinigen oder kreuzen, wodurch bei einer bedeutenden Anzahl solcher Kreuze ein mosaikartiges Ansehen des Ganzen hervortritt.

Kaskaden werden durch eine Anzahl horizontal neben einander liegender Bränder nachgeahmt. Am besten eignet sich hierzu chinesisches Feuer. Auf gleiche Art, nur daß die Bränder vertikal abwärts geneigt sind, entsteht der Goldregen.

Fixsterne. Hierzu dienen Bränder von besonderer Einrichtung. Sie werden nämlich an beiden Enden ganz zugemacht, dagegen aber bohrt man in der Nähe des einen Endes und zwar in einer und derselben Durchschnittsebene fünf Löcher durch die Hülse, welche, wenn der Bränder in horizontaler Lage in der Richtung seiner Achse betrachtet wird, beim Brennen einen aus fünf divergirenden Feuerstrahlen bestehenden Stern darstellen.

Zweckmäßige Sätze zu solchen Sternen sind:

	Gewöhnlicher	hellerer	farbiger Satz
Salpeter	16	12	0
Schwefel	4	6	6
Mehlpulver	4	12	16
Schwefelantimon	2	1	2

Brändchen sind dünne, oft aber ziemlich lange, mit einem Satz gefüllte Hülsen aus vierfachem Papier, von welchem aber nur die äußerste Lage

geklebt wird, weil die Hülse, um das ruhige sanfte Fortbrennen des Satzes nicht in ein heftiges Sprühen zu verwandeln, gleichzeitig mit dem Satze verbrennen soll, hieran aber durch zuviel Leim oder Kleister gehindert werden würde. Sie werden aus demselben Grunde auch nicht an der Mündung verengt, sondern ganz offen gelassen. Solche Brändchen dienen zur Hervorbringung von Namenszügen und anderen Dekorationen, als Tempeln u. dgl., die gewöhnlich den Schluß eines Feuerwerkes bilden. Zu diesem Zweck muß ein Rahmen oder Gerüst in der Gestalt der bezweckten Dekoration vorhanden sein, an welchem die Brändchen befestigt und durch Stopinen in Verbindung gesetzt werden, so daß sie sich in einem Moment entzünden. Sehr gewöhnlich bekommen diese Brändchen verschiedenfarbige Sätze, wobei dann der Feuerwerker die Vorsicht nicht außer Augen lassen darf, die mit rasch brennenden Sätzen gefüllten Brändchen verhältnißmäßig länger zu machen, als die mit langsam brennenden, weil die kunstgerechte Ausführung der Dekorationen nicht nur die gleichzeitige Entzündung, sondern auch ein möglichst gleichzeitiges Verlöschen sämmtlicher Lichter erheischt. Um die Brändchen sicher zur Entzündung zu bringen, bohrt man etwa zwei Linien vom vorderen Ende mit einer Pfrieme ein Loch quer hindurch, um die Verbindungsstopine, die an dieser Stelle bloß liegen und den Satz des Brändchens berühren muß, mit einem durch das Loch gesteckten Faden befestigen zu können.

2. Bewegliche Stücke, die ihre Wirkung auf der Erde oder doch in geringer Höhe machen. Die Theorie der Bewegung der meisten Feuerwerksstücke beruht auf dem sogenannten Rückdruck. Befinden sich nämlich in einem verschlossenen Gefäße stark verdichtete Gasarten, die also gegen die Wände des Gefäßes einen starken Druck ausüben, so bleibt nichts desto weniger Alles im völligen Gleichgewichtszustande, weil einem jeden Theile der Wand, der einen bestimmten Druck erleidet, eine gleich große Fläche gegenübersteht, die sich unter genau demselben Druck befindet. Entstände nun plötzlich eine Oeffnung in dem Gefäße, so würde beim Ausströmen des Gases der Druck in der Querfläche des Loches nicht mehr zur Wirkung kommen (weil hier keine Wand zur Aufnahme des Druckes vorhanden), während die gegenüberstehende Wand nach wie vor den Druck empfinge, daher denn also nach dieser letzteren Seite hin, also in der dem Loche entgegengesetzten Richtung ein überwiegender Druck, mithin eine Bewegung des ganzen Gefäßes eintreten muß.

Zu den beweglichen Feuerwerken gehören:

a) Feuerräder. Abgesehen von den kleinen, durch spiralförmiges Zusammenlegen einer mit Satz gefüllten Papierhülse um eine kleine hölzerne Scheibe gebildeten Feuerrädern, die beim Gebrauch mittelst eines Stiftes an einen Pfahl beweglich befestigt werden, bei größeren Feuerwerken aber keine Anwendung finden, werden die Feuerräder fast sämmtlich aus drei oder auch mehreren einzelnen Brändern angefertigt, die an der Peripherie eines dreieckigen oder polygonalen, um seinen Mittelpunkt drehbaren Brettchens so befestigt sind, daß ihre Achsen den Seiten des Polygons parallel laufen, und auf solche Weise mit einander in Verbindung gesetzt werden, daß der erste, nach dem völligen Ausbrennen, den zweiten, dieser den dritten u. s. w. entzündet, so daß zur Zeit nur Ein Bränder in Aktivität ist. Der Satz zu den Feuerrädern kann begreiflicher Weise alle die oben angegebenen farbigen Feuer enthalten, darf aber nicht zu stark verdichtet werden, um die nöthige Kraft zum raschen Umtreiben des Ganzen zu entwickeln; ein Grundsatz, der bei allen Stücken Anwendung findet, die eine lebhafte Bewegung machen sollen. Gewöhnlich nimmt man zu Feuerrädern einen stark funkensprühenden

Satz. So z. B. für einen Durchmesser der Bränder unter ¾ Zoll 16 Mehlpulver, 3 gröblich zerriebene Kohle; für größere Durchmesser 20 Pulver und 4 Kohle; zu stark sprühendem Feuer 16 Pulver und 2 bis 3 gelben glimmerhaltigen Sand; oder 16 Pulver, 1 gestoßene Steinkohle, 1 bis 2 gelben Sand.

b) Doppelte Feuerräder. Aus zwei sich auf derselben Achse in entgegengesetzter Richtung drehenden Feuerrädern zusammengesetzt.

c) Kaprizen, ebenfalls aus einer Zusammensetzung mehrerer Bränder bestehend, drehen sich in horizontaler Richtung abwechselnd bald rechts bald links, was sich sehr leicht durch die Anordnung der einzelnen, nach einander zur Wirkung kommenden Bränder erreichen läßt.

d) Spiralen. Diese erfordern ein aus mehreren Stäben konstruirtes, möglichst leichtes, kegelförmiges Gerüst, das mit der Spitze auf einen vertikalen Pfahl gehängt wird, und sich in horizontaler Richtung um denselben dreht. Die untere ringförmige Basis ist mit einer Anzahl horizontaler Bränder ausgestattet, welche den Apparat in Drehung setzen, während eine, spiralförmig sich bis zur Spitze des Kegels hinaufschlängelnde Reihe nahe zusamenstehender vertikaler Brändchen sich zu gleicher Zeit entzündet. Daß besonders bei diesem Stücke verschiedenfarbige Sätze eine ausgezeichnet schöne Wirkung machen, ist leicht zu errathen.

e) Eines der berühmtesten Stücke von Ruggieri ist die Schlange, die in raschen Windungen einen vor ihr fliegenden Schmetterling verfolgt. Zu diesem Stück ist eine eigene mechanische Vorrichtung erforderlich. An den Ecken eines großen achteckigen Gerüstes oder Rahmens sind große Räder angebracht, die sich sämmtlich in einer Vertikalebene drehen. Um diese Räder oder Rollen schlingt sich eine endlose Kette in der Art, daß sie erst über die Außenseite eines Rades, dann über die dem Zentrum des Achteckes zugewandte innere Seite des nächsten, von diesem wieder über die äußere Seite des dritten u. s. w. fortwindet, mithin eine schlangenförmige, in sich zurücklaufende Kurve beschreibt. Die Kette ist ganz nach Art einer Uhrkette, natürlich in großem Maßstabe, ausgeführt und trägt in einem Theile ihrer Länge vertikale Plättchen oder Schilder, die sich dicht an einander anschließen, und in ihrer schlangenförmigen Forterstreckung die Gestalt einer Schlange darstellen. In einiger Entfernung von denselben trägt ein Kettenglied die zu dem Schmetterlinge bestimmte Platte. Indem nun die Schlange mit bunten, der Schmetterling mit weißen Brändchen besetzt in Bewegung gebracht wird, während der Zuschauer in der Dunkelheit der Nacht von dem mit schwarzer Farbe angestrichenen Mechanismus keine Spur bemerkt, entwickelt sich ein ans Wunderbare grenzendes Schauspiel. Ruggieri ließ dieses Stück gewöhnlich ohne menschliche Beihülfe durch das Abbrennen anderer Feuerwerksstücke sich entzünden, so daß es aus einem Flammenmeer sich selbst zu entwickeln schien. Die Drehung des Apparates bewirkte er dadurch, daß eines der Räder durch ein vorher aufgewundenes Gewicht umgetrieben wurde. Er nannte dieses Kunstwerk den Salamander.

3. Feuerwerke, die ihre Hauptwirkung in der Luft machen.

Zu diesen gehören vor allen anderen die Raketen, die, so allbekannt und gebräuchlich sie sein mögen, dennoch immer eines der schönsten und interessantesten Stücke ausmachen, und bei den kleinsten, wie bei den größten Feuerwerken nicht fehlen dürfen. Besonders in größerer Menge zugleich abgebrannt, gewähren sie ein überraschend schönes Schauspiel, das häufig als Schlußstück und Höhepunkt großer Feuerwerke benutzt wird. Man unterscheidet Girandolen und Pfauenschweife, erstere, wenn sämmtliche Raketen vertikal, also im Allgemeinen

parallel unter einander; letztere, wenn sie in divergirender Richtung, also nach oben sich ausbreitend aufsteigen.

Die Verfertigung der Raketen erfordert viele Sorgfalt in der genauen Beobachtung mehrfacher Regeln, die besonders dahin abzielen, eine sehr gleichmäßige Ladung und Verdichtung des Satzes zu erzielen, daher auch nur ein geübter Feuerwerker eine gut steigende Rakete zu Stande bringt.

Die Hülse der Rakete muß aus sehr festem Material angefertigt werden, um, ohne zu großes Gewicht zu besitzen, dem starken inneren Druck zu widerstehen. Hinsichtlich der Ladung weicht die Rakete von allen anderen Feuerwerken darin ab, daß in ihrer Mitte der Länge nach von der Mündung bis nahe an das entgegengesetzte Ende eine Höhlung gelassen wird, damit sich der Satz zu gleicher Zeit der ganzen Länge nach entzünde, und die erforderliche Triebkraft entwickle. Die Kraft eines gewöhnlichen Bränders, dessen Ladung sich vorn entzündet, und gleichzeitig nur in der kleinen kreisförmigen Durchschnittsfläche brennt, reicht zwar zum Treiben eines Feuerrades und ähnlicher Apparate hin, würde aber für eine Rakete viel zu unbedeutend sein; wogegen die hohle, sich der ganzen Länge nach von der Achse aus entzündende Raketenladung eine sehr große, aber auch nur kurze Zeit andauernde Triebkraft entwickelt. Die Höhlung kann entweder, wie dieß früher allgemein geschah und auch jetzt noch häufig geschieht, dadurch entstehen, daß man sie über einem Dorn mittelst hohler Stempel eintreibt, oder dadurch, daß man in eine massive Ladung nachträglich auf der Drehbank ein Loch hinunterbohrt.

Diese Höhlung darf nicht das vordere Ende der Rakete erreichen, sondern läßt ein massives Stück der Ladung (die Zehrung) übrig, welche nach dem Abbrennen die Entzündung auf die Versetzung, d. h. die zum Auswerfen bestimmten Leuchtkugeln, Schwärmer oder dergleichen überträgt. Die Versetzung, die freilich sehr oft aus einem einfachen Schlage besteht, befindet sich an dem vorderen, beim Steigen also oberen Ende der Rakete in der Kappe, einem in eine Spitze auslaufenden Ansatze, dessen Durchmesser bei starken Versetzungen den der Rakete oft bedeutend übertrifft.

Satz zu Raketen:

Mehlpulver	8
Grobes Kohlenpulver	3
oder:	
Salpeter } fein pulverisirt	16
Schwefel }	4
Grobes Kohlenpulver	9

Beim Laden muß sich die Hülse in einer genau anschließenden, aus zwei Hälften zusammengesetzten kupfernen Form befinden, weil sie sonst bei dem gewaltsamen Eintreiben des Satzes zerplatzen würde. Ist die Rakete fertig geschlagen, gebohrt, mit Kappe und Versetzung versehen, so bringt man einen Ludelfaden der ganzen Länge nach in die Bohrung ein, und versieht schließlich die Rakete mit dem Stabe von Weiden- oder Tannenholz.

Die Versetzung oder Garnitur der Raketen kann mehrerlei Art sein; dahin gehören:

Sterne, kleine runde oder würfelförmige Körperchen aus fein pulverisirtem und mit Spiritus angefeuchtetem Satz geformt. Zu weißen Sternen nimmt man 16 Salpeter, 8 Schwefel, 3 Mehlpulver; oder 16 Salpeter, 7 Schwefel, 4 Pulver. Zu goldgelben Sternen 16 Salpeter, 10 Schwefel, 4 Kohle, 16 Schießpulver, 2 Kienruß; oder 16 Salpeter, 8 Schwefel, 2 Kohle, 2 Kienruß und 8 Schießpulver.

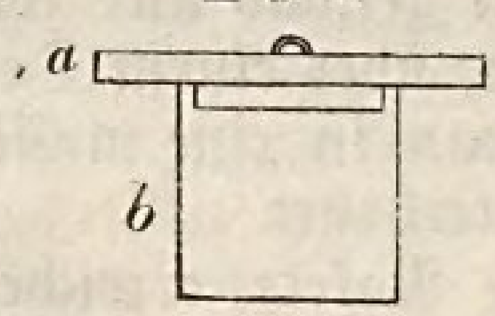
Serpentosen. Kleine, aus zwei über einander gerollten und mit Papier beklebten Spielkarten angefertigte Hülsen, die nach dem Füllen an beiden Enden fest zugewürgt und mit zwei in der Nähe der Enden, aber an entgegengesetzten Seiten der Hülse eingebohrten Löchern versehen werden, und beim Brennen in wirbelnder Bewegung umherfliegen.

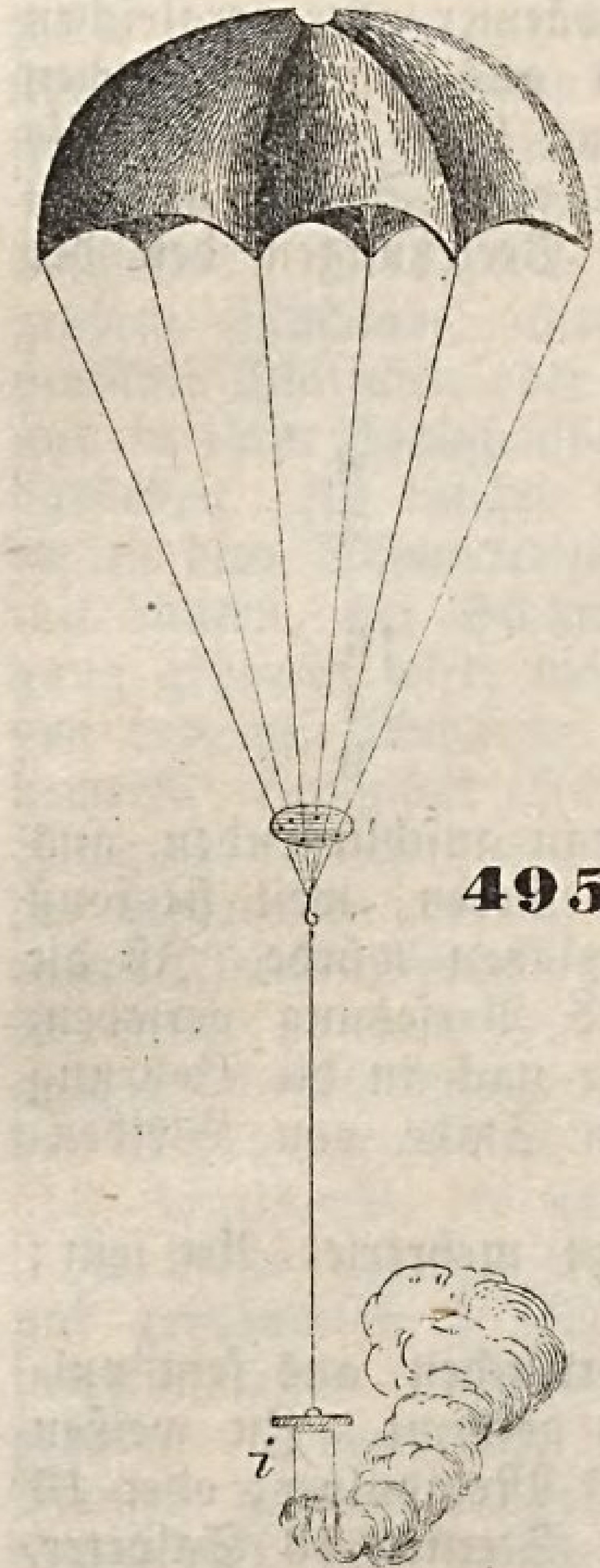
Petarden, kleine mit Schießpulver gefüllte, mit einer Anfeuerung versehene Hülsen, die beim Abbrennen mit einem Knall zersprengt werden, und in großer Menge angewandt ein Pelotonfeuer darstellen.

Schläge, deren gewöhnlich nur einer bei der Rakete angebracht wird, sind viereckige, mit Pulver gefüllte Pappkästchen, die mit Bindfaden vielfach umwunden werden. Sie geben je nach ihrer Größe einen sehr starken Knall, und werden auch sehr häufig auf flacher Erde abgebrannt.

Nächst den Raketen machen die römischen Lichter eines der gewöhnlichsten und schönsten Stücke aus. Die Hülse bleibt am oberen Ende ungewürgt, und wird in regelmäßiger Abwechslung mit schwachen Pulverladungen, Sternen und langsam brennenden Satzschichten gefüllt. Die Sterne können aus der vorher angegebenen Mischung bestehen, und bekommen die Gestalt niedriger, in der Mitte mit einem durchgehenden Loche versehener Zylinder. Zu unterst wird eine Pulverladung eingebracht, auf diese ein Stern, und darauf eine Satzschichte, dann wieder Pulver, ein Stern u. s. f.

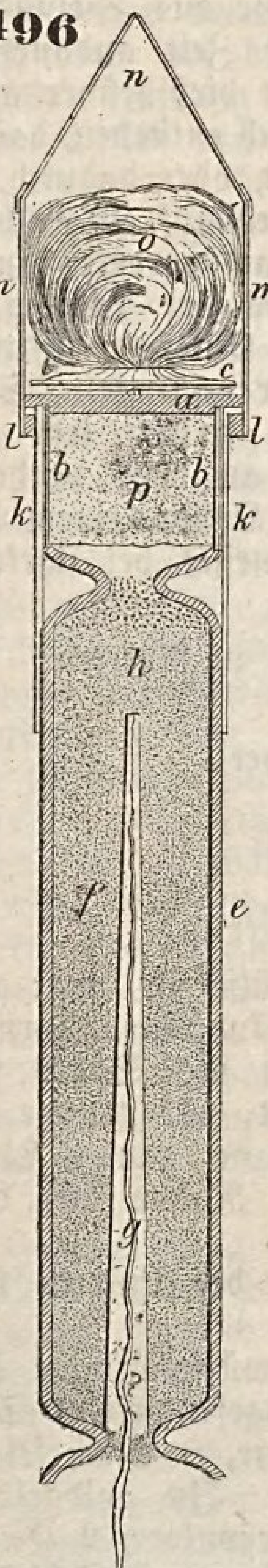
494





495

496



Eines der schönsten, in neuerer Zeit erfundenen Feuerwerksstücke, welches gewöhnlich zum Beschluß großer Feuerwerke in Anwendung kommt, ist die Fallschirmrakete, die, sobald sie den höchsten Punkt erreicht hat, einen Fallschirm mit einem daran hängenden brennenden farbigen Leuchtsatz auswirft. Da nun der sehr langsam sinkende Fallschirm in der Dunkelheit nicht gesehen werden kann, so erblickt man einen, geraume Zeit lang in der Höhe schwebenden hellleuchtenden farbigen Stern. Besonders schön ist die Wirkung, wenn eine größere Zahl solcher Raketen gleichzeitig abgebrannt wird.

Figur 494, 495 und 496 dienen zur Erläuterung. Fig. 494, 496 a ein rundes Brettchen mit einem Ansatz, an welchen eine Hülse b von Kartenpapier geleimt ist. Diese Hülse wird mit dem farbigen Leuchtsatz p vollgestampft. Der Fallschirm Fig. 495 ist ein rundes Stück Taffet, von 2 Fuß Durch-

messer, mit einem Loch in der Mitte, an dessen Umfang sechs Fäden befestigt sind, welche durch eben so viele Löcher einer kleinen, zweizölligen Pappscheibe c hindurchgehen und mittelst eines einzigen Bindfadens die mit Flammenfeuer geladene Hülse i tragen. Figur 496 zeigt die ganze Rakete. e die Hülse, f der Satz, g die Seele (die innere Höhlung), h die Zehrung, k eine an die Rakete geleimte Hülse von Kartenpapp, l ein hölzerner Ring, der um die Hülse k, und um welchen wieder eine zweite, etwas weitere Hülse m geleimt ist. In die Hülse k wird die den Stern bildende Hülse hineingeschoben, so daß das Brettchen a auf dem Ring l aufliegt; die Pappscheibe c kommt dann darüber und hierauf der Fallschirm o in einen Klumpen zusammengefaltet. Endlich wird ein von Kartenpapier gemachter Hut n aufgesetzt und durch einige schmale Papierstreifchen leicht befestigt. Ist die Rakete auf dem höchsten Punkte angelangt, und die Zehrung zu Ende gebrannt, so theilt sich die Zündung dem vermittelst etwas Mehlpulver angefeuerten Leuchtsatz mit. Durch die dabei Statt findende geringe Explosion wird die Leuchthülse nebst dem Fallschirmaus gestoßen. Letzterer öffnet sich sogleich beim Fallen durch den Widerstand der Luft, besonders wenn man Sorge getragen hatte, den Fallschirm erst am Tage des Gebrauches in die Rakete zu bringen, so daß die noch ungeschwächte Elastizität der Seide die Ausbreitung befördert.

Wir lassen nun eine Reihe von farbigen Sätzen folgen, die den zahlreichen und mühevollen Versuchen von Websky, und Chartier zu verdanken sind, und gegenwärtg die Hauptzierde der Feuerwerke bilden müssen.

A. Zu Leuchtkugeln.

Roth.

Clorsaures Kali	12	oder Chlors. Kali	10
Salpetersaurer Strontian	39	Salpeters. Strontian	12
Schwefel	12	Schwefel	6
Kienruß	2	Schwefelantimon	3
Schellack	2	oder:	
oder:		Chlors. Kali	25
Chlorsaures Kali	2	Salpeters. Strontian	25
Salpetersaurer Strontian	2	Milchzucker	12
Milchzucker	1	Schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak	3

Violett.

Chlors. Kali	9	oder Chlors. Kali	14
Salpeters. Strontian	4	Kreide	5
Schwefel	6	Schwefel	6
Bergblau	1	Kalomel	4
Kalomel	1	Schwefelkupfer	6
Schellack	½	Schellack	½

Blau.

Chlors. Kali	4	oder Chlors. Kali	40
Basisch salzsaures Kupferoxyd	1	Schwefelkupfer	22
Milchzucker	2	Kalomel	32
		Zucker	9
		Talg	2

Gelb.

Chlors. Kali	4	oder Chlors. Kali	4
Oxalsaures Natron	2	Salpetersaurer Baryt	2
Schellack	1	Milchzucker	2
		Doppelt kohlensaur. Natron	1

Orange.

Chlors. Kali	3	Oxalsaures Natron	3
Salpetersaurer Strontian	10	Schellack	3

Grün.

Chlors. Kali	20	oder Chlorsaurer Baryt	24
Salpetersaurer Baryt	40	Kalomel	9
Kalomel	13	Schwefel	1
Schwefel	13	Schellack	4
Kienruß	1	oder Chlors. Baryt	3
Schellack	1	Milchzucker	1
		Schellack	½

Weiß.

Salpeter	8	Mehlpulver	1
Schwefel	3	Gummiarabicum	½
Schwefelantimon	2		

Um aus diesen Sätzen Leuchtkugeln zu formen, werden sie mit etwas Weingeist, der Satz zum Weiß mit etwas Wasser, angefeuchtet und in einer Form zu kleinen Zylindern geformt.

B. Sätze zu Brändern, Lichtchen und Sternen.

Roth.

Chlors. Kali	16	oder Chlors. Kali	15
Salpeters. Strontian	24	Salpeters. Strontian	25
Lykopodium	4	Schwefel	13
Milchzucker	1	Mastix	1
		Schwefelantimon	4

Violett.

Chlorsaures Kali	6	Bergblau	1
Salpetersaurer Strontian	4	Salpeter	2
Milchzucker	3	Salmiak	1

Blau.

Chlors. Kali	8	oder Chlors. Kali	40
Bergblau	2	Schwefelkupfer	22
Salmiak	1	Kalomel	32
Salpeter	2	Zucker	9
Milchzucker	4	Talg	2

Grün.

Chlorsaurer Baryt	18	oder Chlors. Kali	3
Kalomel	7	Salpetersaurer Baryt	3
Schellack	3	Schellack	1

oder:

Chlorsaurer Baryt	6	Stearin	1

Weiß.

Salpeter	4	Salpeter	4
Schwefel	1	Schwefel	1
Mehlpulver	1	Schwefelantimon	1

C. Sätze zu bengalischen Flammen und Theaterfeuer.

Roth.

Salpeters. Strontian	20	oder Salpeters. Strontian	24
Chlors. Kali	2	Chlors. Kali	3
Schwefel	5	Schwefel	8
Schwefelantimon	2	Schwefelkupfer	3
Feine Kohle	1	Kalomel	6
		Schellack	1

Grün.

Salpeters. Baryt	8	oder	Salpeters. Baryt	40
Chlors. Kali	3		Chlors. Kali	4
Schwefel	3		Kalomel	10
			Schwefel	8
			Kienruß	2
			Schellack	1

Gelb

Salpetersaures Natron	48	Schwefelantimon	4
Schwefel	16	Feine Kohle	1

Weiß.

Salpeter	32	oder	Salpeter	32
Schwefel	10		Schwefel	8
Schwefelantimon	3		Spießglanz	12
Ungelöschter Kalk	4		Mennige	11

Bei allen Feuerwerkssätzen, welche chlorsaures Kali und Schwefel enthalten, darf der letztere nur im Zustande von pulverisirtem Stangenschwefel, nie als Schwefelblumen genommen werden, weil sonst gar leicht Selbstentzündungen entstehen.

Der salpetersaure Strontian muß vollständig entwässert, ebenso der salpetersaure und chlorsaure Baryt vollständig getrocknet sein.

Der salpeter- und chlorsaure Baryt gibt nur dann ein reines Grün, wenn er chemisch rein, namentlich ganz frei von Kalk und Strontian ist.

Feuerzeug. — Ohne die allbekannte Art des Feuerschlagens mit Stahl und Stein weiter zu erwähnen, werden wir sogleich zu den neueren Erfindungen in diesem nicht unwichtigen Zweige der Technik übergehen.

Bei den vor einer Reihe von Jahren sehr allgemein gebräuchlichen chemischen Feuerzeugen wurden die mit einer Mischung von 30 Theilen chlorsaurem Kali, 10 Schwefelblumen und etwas Zinnober nebst Gummi arabicum oder Traganthschleim bestrichenen Zündhölzer in Gläschen getaucht, in welchen sich mit konzentrirter Schwefelsäure befeuchteter Asbest befand. Sie sind durch die später erfundenen Reibzündhölzer vollständig verdrängt.

Die Döbereiner'sche Zündmaschine beruht auf der von Döbereiner entdeckten Eigenschaft des Platinschwammes (fein zertheilten metallischen Platins), ein Gemisch von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas chemisch zu vereinigen, wodurch sehr schnell eine bis zum Glühen des Platins sich steigernde Hitze entsteht, und die Gasmischung in Flamme ausbricht. Eine solche Zündmaschine einfachster Konstruktion besteht aus einem zylindrischen Gefäße von Glas, Steingut oder dergl., welches oben durch einen metallenem, nur leicht aufgelegten Deckel geschlossen ist. Durch die Mitte des Deckels geht ein Loch, welches oben mit einem Hahn in Verbindung steht, der sich in eine seitliche, haarfeine Oeffnung endigt. Nach unten kommunizirt dieses Loch mit einer Glasglocke, die an dem Deckel luftdicht befestigt ist und fast auf den Boden des äußeren Gefäßes herabreicht. Auf einen kleinen Dreifuß von Blei wird ein Stück reines Zink gelegt und verdünnte reine Schwefelsäure in das Gefäß gegossen, worauf man den Deckel und die Glocke darüber stülpt. Es entwickelt sich nun Wasserstoffgas und sammelt sich in der Glocke, aus welcher man es anfänglich durch Oeffnung des Hähnchens ausströmen läßt, um alle atmosphärische Luft damit zu entfernen. Glaubt man diesen Punkt erreicht zu haben, so schließt man den Hahn, worauf sich

die Glocke mit Wasserstoffgas füllt und die Schwefelsäure in ihr so weit herabgedrängt wird, bis sie außer Berührung mit dem Zink kommt, womit die Gasentwickelung aufhört. Nun erst wird ein kleines Kügelchen Platinschwamm innerhalb eines kurzen Rohres vor der Oeffnung des Hahnes befestigt. Läßt man durch Oeffnung des Hahnes einen feinen Gasstrom gegen den Platinschwamm treten, so entzündet er sich sogleich. Wenn nach mehrmaligem Gebrauch so viel Gas entwichen ist, daß die Schwefelsäure wieder mit dem Zink in Berührung tritt, so beginnt sogleich von Neuem die Entwickelung von Wasserstoffgas, und der Apparat kann somit lange Zeit dienen, bevor es nöthig ist, ihn mit neuer Schwefelsäure zu versehen. Sollte das Zink oder die Säure unrein, namentlich arsenikhaltig sein, so verliert der Platinschwamm sehr bald seine Zündkraft. Außerdem sind diese Maschinen, wenn der Platinschwamm nicht durch öfteren Gebrauch häufig ausgeglüht wird, dem Versagen leicht unterworfen.

Reibzündhölzer. Die zu diesen allbekannten Zündhölzern kommende Zündmasse wird folgendermaßen bereitet: 5 Loth Gummi arabicum werden mit wenig Wasser zu einem dicken fadenziehenden Schleim aufgelöst und dieser in einer Porzellanschale, die man in heißes Wasser stellt, bis auf 50° C erwärmt. Während dem hat man 1¼ Loth Phosphor in kleine Stückchen zerschnitten unter Wasser vorräthig, man wirft nun ein Stück desselben in den warmen Gummischleim, worin es sogleich schmilzt, und sucht durch Reiben mit einem gläsernen oder porzellanenen Pistill den Phosphor zu einer Emulsion zu verreiben; man nimmt nun ein zweites Phosphorstückchen vor, und fährt so mit dem successiven Zusatze fort, bis aller Phosphor sich mit dem Gummi zu einer weißlichen Salbe verbunden hat. Es ist nicht gut, wenn sich die Masse während des Reibens entzündet, weil die daraus bereiteten Zündhölzer geneigt sind, Feuchtigkeit anzuziehen. Bei einiger Uebung gelangt man bald dahin, solche, übrigens durchaus nicht gefährliche Entzündungen zu vermeiden. Zu dieser Emulsion werden nun 8 Loth fein zerriebener Salpeter, 8 Loth Braunstein und 2 Loth fein gestoßenes Glas gesetzt und damit anhaltend gerieben, bis sich das Ganze im Zustande einer gleichförmigen Salbe befindet. Statt des Braunsteins kann auch Mennige, oder, zu feineren besonders leicht zündenden Massen, braunes Bleisuperoxyd genommen werden. Das theure Gummi arabicum wird häufig durch Leim ersetzt, wodurch aber, wegen der eigenthümlichen Zähigkeit des Leimes selbst im getrockneten Zustande, die Zündfähigkeit der Masse leidet. Es bedarf kaum der Erwähnung, daß das angegebene Verhältniß der Ingredienzien mannichfach modifizirt werden kann.

Die Anfertigung der Hölzchen geschieht gemeiniglich durch Hobeln, mittelst eines eigenthümlichen Hobels, dessen Eisen unten, wo es vorsteht, mehrere, gewöhnlich 3 oder 4, horizontale Durchbohrungen von dem Durchmesser der Hölzchen enthält. Diese von einer ziemlich dünnen Wand umgebenen Bohrlöcher erscheinen also wie ebenso viele unmittelbar an einander liegende kurze Röhrchen, die am vorderen Rande zugeschärft sind. Wird ein solcher Hobel mit Kraft und Geschicklichkeit auf frischgefälltem, noch feuchtem Tannenholz fortgeschoben, so entstehen runde Stäbchen, die dann getrocknet und in der beabsichtigten Länge zerschnitten werden. Es gehen übrigens aus mehreren Fabriken so außerordentlich regelmäßig geformte und geglättete Hölzchen hervor, daß sie eine andere Entstehungsart oder jedenfalls eine nachträgliche Bearbeitung muthmaßen lassen. Da aber das Holz durch die brennende Zündmasse direkt sich nicht entzünden würde, so ist es nöthig, das eine Ende entweder mit Schwefel zu überziehen oder, zur Vermeidung des

üblen Geruches, mit Stearin (richtiger Stearinsäure) zu tränken. Um dieses, sowie das nachherige Eintauchen in die Phosphormasse bequem ausführen zu können, wird eine Quantität der Hölzchen zwischen dünne gefurchte Bretter so eingeklemmt, daß die Enden frei vorstehen. Man taucht sie so zuerst in geschmolzenen Schwefel oder Stearin, sodann, nach dem Erkalten, in die Phosphormasse und hängt sie, immer noch in der Klemme, in vertikaler Richtung in dem Trockenzimmer auf.

Sollen kleine Lichte angefertigt werden, so werden ungedrehte Dochte von Twist mit einer Mischung von 2 Theilen Stearin und 1 Theil Wachs getränkt, und durch ein warmes Zieheisen gezogen. Zigarrenzünder werden von salpetrisirtem Papier oder Holz gemacht, und mit etwas Zündmasse versehen.

Fichtenharz. Das an den Fichten, Kiefern und Tannen theils von selbst, theils durch in die Rinde gemachte Einschnitte und Hiebe ausfließende Harz führt in dem noch flüssigen Zustande den Namen Terpenthin Läßt man es so lange an dem Baume, bis der größte Theil des Terpenthinöls durch Verflüchtigung entfernt ist, so führt das so gewonnene, noch etwas Oel enthaltende Harz den Namen Fichtenharz, Galipot, oder Barras. Es ist gelblich weiß, halbdurchsichtig, von terpenthinartigem Geruch, etwas knetbar. Wird dasselbe geschmolzen und durch Stroh filtrirt, um Blätter, Rinde und andere Unreinigkeiten abzuscheiden, und dann in Fässern erkalten gelassen, so kommt es unter dem Namen gelbes Pech in den Handel; wird es dagegen in einer Blase mit Wasser destillirt, wobei Terpenthinöl übergeht, der Rückstand dann durch Stroh filtrirt, so führt es den Namen weißes oder burgundisches Pech.

Unter dem Namen gelbes Fichtenharz kommt ein Produkt im Handel vor, welches entsteht, wenn gekochter Terpenthin (m. s. Terpenthin) mit etwa 15 Prozent Wasser stark durchgerührt wird, wodurch er seine Durchsichtigkeit verliert.

Filigran, eine aus mehrfach gebogenem, oft in Form kleiner Knöpfchen zusammengedrehtem, rundem oder häufiger plattem Draht gebildete, und mit dem Löthrohr (unter Anwendung von Gold- oder Silber-Schlagloth und Borax) verbundene Verzierung auf Gold- und Silberarbeiten.

Filtriren. Eine rein mechanische Operation, um Flüssigkeiten von darin aufgeschwemmten festen Theilchen zu sondern, sei es nun, daß man die Flüssigkeit oder die festen Theilchen, oder auch Beides zu benutzen beabsichtigt. Der dazu dienende Apparat, das Filtrum, besteht jederzeit in irgend einem porösen Körper, wie z. B. Löschpapier, Filz, Zeugen, aller Art, porösen Steinen oder thönernen Geschirren, Kohlenpulver, Sand und dergl. Zu chemischen Versuchen im Kleinen wird fast nur feines Löschpapier genommen, welches entweder von vorn herein mit ganz reinem, sorgfältig gewaschenem Papierzeug und klarem Regenwasser angefertigt sein muß, oder das man noch besser dadurch reinigt, daß man es (am bequemsten die fertig zusammen gefalteten Filtra), in verdünnte Salzsäure einlegt, um alle Eisenoxydtheile und Kalk, die fast immer in geringer Menge im Papiere vorkommen, aufzulösen, und dann wieder so lange mit destillirtem Wasser auswäscht, bis das ablaufende Wasser mit salpetersaurer Silberauflösung nicht die geringste Trübung gibt.

Die Art, das Papier zusammen zu legen, um es demnächst in einen Glastrichter einzubringen, besteht gewöhnlich ganz einfach darin, daß man

ein viereckiges Stück zwei Mal, nämlich in der Richtung der Diagonalen, zusammen faltet, und es dann an dem offenen Rande bogenförmig abschneidet. Oder man legt ein Stück Papier ein Mal zusammen, und bildet nun durch fächerförmiges Zusammenfalten mehrere abwechselnde Biegungen. Diese vielen Falten verhindern das feste Anlegen des Papiers an die inneren Wände des Trichters und gestatten so der Flüssigkeit ganz freien Ablauf, anderentheils kommt auch die ganze Oberfläche des Filtrums zur Wirkung, während bei nur diametral zusammengelegtem Papier nur die Hälfte desselben filtrirt. Dieses letztere hat freilich in solchen Fällen, wo der Rückstand nach dem Filtriren ganz vollständig von dem Papiere abgenommen werden muß, Vorzüge. Die Gestalt der Trichter anlangend, so ist es wesentlich, daß die Seitenwände sehr gerade kegelförmig fortlaufen, weil sonst das papierne Filtrum gar leicht zerreißt; der Durchmesser des Trichters kann etwa $^3/_4$ von der Höhe (von dem Anfang des Halses bis zum Rande gerechnet) betragen.

Das Auswaschen der Niederschläge auf dem Filtrum ist eine in den meisten Fällen unverläßliche und sehr zeitraubende Sache, daher sich der Chemiker mehrfacher Kunstgriffe bedient, um diese Arbeit zu beschleunigen. Zu diesen Mitteln gehört ganz besonders der Gebrauch eines kleinen Pinsels, oder der Fahne einer kleinen Feder (die Schwungfedern der Krammetsvogelflügel eignen sich hierzu besonders gut). Man zieht die Fahne zu beiden Seiten größtentheils herunter, und läßt nur ein kurzes Stück an der Spitze, mit welchem man den Niederschlag beim jedesmaligen Aufgeben von frischem Wasser so vollständig wie möglich aufrührt. Wendet man hierbei heißes Wasser an (vorausgesetzt, daß die Natur des Niederschlages dieß gestattet) so kann man Auswaschungen, die ohne dieß Mittel Tage lang dauern würden, in eben soviel Stunden vollständig ausführen. Hauptregel beim Auswaschen ist, das Wasser stets auf den Rand des Papieres, langsam im Kreise herum, tröpfelnd aufzuschütten.

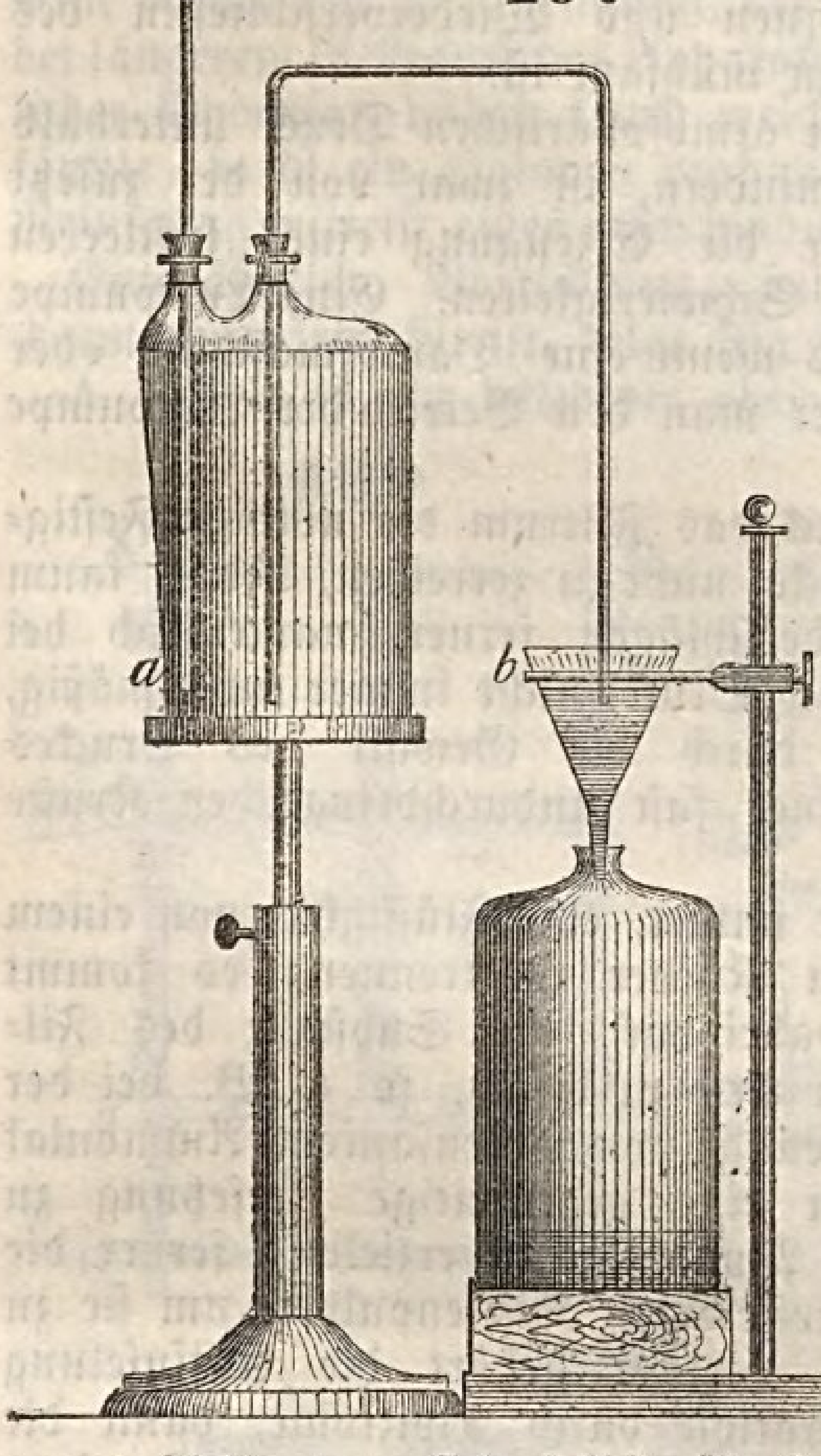
Filtrationen in etwas größerem Maßstabe werden häufig in Spitzbeuteln oder auf Seihetüchern vorgenommen; die ersteren können aus Leinwand oder Flanell genäht, oder auch aus Filz gleich in einem Stück angefertigt werden. Solche Filzfiltra finden z. B. ihre Anwendung beim Filtriren des Brennöls nach der Behandlung mit Schwefelsäure. Eine andere Filtrirvorrichtung, ebenfalls bei der Oelraffinerie gebräuchlich, besteht in einem Faß mit vielfach durchlöchertem Boden, durch dessen Löcher baumwollene Dochte, oben mit einem Knoten versehen, hindurchgezogen werden.

In einzelnen Fällen, so namentlich beim Filtriren ganz konzentrirter Säuren oder heißer ätzender Laugen, muß das Filtrum aus einer unorganischen Masse bestehen. Man bedient sich dann einer Lage von reinem Sand, Glaspulver, Kohlenpulver u. dergl., die man entweder in einem Trichter, oder in einem anderen angemessenen Behälter, dessen Boden durchlöchert sein muß, anbringt. Um das Hindurchfallen des Sandes durch die Löcher zu verhindern, legt man über jedes ein Steinchen. Dergleichen Filtrationen kommen indessen selten vor, oder lassen sich auf anderen Wegen umgehen.

Um sich die Mühe zu ersparen, sowohl bei den Filtrationen selbst die zu filtrirende Flüssigkeit, als auch besonders beim nachherigen Auswaschen das Wasser aufzugeben, bedient man sich mit größtem Vortheil selbstwirkender Filtrirvorrichtungen, deren Aufgabe darin besteht, das Filtrum stets gefüllt zu halten. Eine bei Filtrationen im Kleinen sehr bequeme und zweckmäßige Methode besteht darin, die Flüssigkeit mit dem Niederschlage in eine Flasche zu geben, den Hals mit dem Finger zu verschließen, sie umzukehren und die Oeffnung in das Filtrum zu bringen. Aus

bekannten Gründen hört das Ausströmen der Flüssigkeit auf, sobald sie in dem Filtrum bis zu der Höhe gestiegen ist, daß sie den Eintritt von Luft in die Mündung der Flasche absperrt. Die Flasche wird nun in dieser umgekehrten Stellung mittelst eines Trägers befestigt. Wenn aber im Verlauf der Filtration das Niveau bis unter die Flasche sinkt, so gelangt, unter gleichzeitigem Ausfluß eines entsprechenden Volumens Flüssigkeit, Luft in dieselbe, bis der so eben bezeichnete Stillstand wieder eintritt. Zum Auswaschen der Niederschläge bei genauen Analysen ist diese Vorrichtung aus dem Grunde unbequem, weil die Luftblasen bei ihrem Eintritt und dem Aufsteigen leicht eine kleine Menge des Niederschlages mit in die Höhe reißen und in die Flasche führen, wo sie sich dann an den Wänden festsetzen kann. Es sind daher bereits mehrere Vorrichtungen erfunden, die diesem Uebelstande begegnen, unter welchen der in Fig. 497 dargestellte, von Gay-Lussac empfohlene Aussüßapparat der bequemste und zweckmäßigste, und auch im Großen vollkommen anwendbar ist. Er besteht in einer geräumigen Flasche, deren Mündung mit einem genau luftdicht schließenden Korke versehen ist, durch welchen zwei Glasröhren bis nahe auf den Boden der Flasche hindurchgehen. Die eine dieser Röhren ist heberförmig gekrümmt, und an ihrem äußeren Schenkel so lang, daß das Ende, welches in das Filtrum b hineinreicht, etwa um einen halben Zoll tiefer liegt, als die untere Oeffnung a der zweiten Röhre. Soll nun eine Aussüßung vorgenommen werden, so füllt man die Flasche mit reinem Wasser, verschließt sie mit dem Korke, bringt den Heber in das Filtrum, mit der Vorsicht, daß der Rand dieses letzteren um etwas höher liegt, als die Oeffnung a und setzt nun den Apparat dadurch in Thätigkeit, daß man die aufwärts stehende Röhre in den Mund nimmt und Luft hineintreibt, wodurch sich die Heberröhre mit Wasser füllt, und dieses auch in das Filtrum einfließen läßt. Der Apparat bleibt nun sich selbst überlassen, und hält, so lange noch Wasser in der Flasche ist, das Filtrum stets mit Wasser gefüllt. Aus physikalischen Gründen nämlich, deren Erörterung hier zu weit führen würde, fließt der Heber, unter gleichzeitigem Eintritt von Luft durch die andere Röhre, nur so lange, bis das Niveau der ihn umgebenden Flüssigkeit in dem Filtrum bis zu der Höhe der Oeffnung a gestiegen ist, wo dann der Zufluß von Wasser aufhört. Sinkt nun im Verlaufe der Filtration dieses Niveau, so beginnt sogleich ein neuer Zufluß von Wasser, und stets bleibt das Filtrum bis zu derselben Höhe gefüllt.

497



Die Natur des Niederschlages ist von dem größten Einfluß auf die Schnelligkeit der Filtration. Grobkörnige, sandige Niederschläge filtriren am besten; nächst diesen folgen die fasrigen und flockigen, auf diese die feinkörnigen, und am schlimmsten von allen sind schleimig-voluminöse Niederschläge zu filtriren, daher man denn, zumal bei Arbeiten im Gro-

ßen, sich bemühen muß, den Niederschlägen eine geeignete körnige oder flockige Beschaffenheit zu ertheilen, sofern nicht etwa die Bestimmung derselben eine andere Beschaffenheit vorschreibt.

Druck ist ein ungemein kräftiges Beförderungsmittel der Filtrationen, und kann entweder durch Anbringung eines künstlichen Druckes auf die Oberfläche der Flüssigkeit, oder auch durch Aufhebung des atmosphärischen Druckes unter dem Filtrum hervorgebracht werden. Ersterer, und zwar am bequemsten ein hydrostatischer Druck, ist dadurch zu bewirken, daß man entweder dem Filtrum eine beträchtliche Tiefe gibt, oder daß man den Raum über dem Filttum nach allen Seiten hin dicht verschließt, mit einer aufsteigenden Röhre in Verbindung setzt, und diese mit Wasser oder der zu filtrirenden Flüssigkeit gefüllt erhält.

Eine große Unbequemlichkeit dieses Verfahrens liegt darin, daß der Niederschlag während der Filtration und der Auswaschung völlig unzugänglich bleibt, sich also durchaus nicht nachsehen und aufrühren läßt, und daß auch das jedesmalige Oeffnen und Wiederverschließen des Apparates zwischen zwei Filtrationen zu mühsam ist.

Die zweite Methode dagegen: den atmosphärischen Druck unterhalb des Filtrums aufzuheben oder zu vermindern, ist zwar von der zuletzt erwähnten Unbequemlichkeit frei, aber die Erzeugung eines luftleeren Raumes verursacht nicht unbedeutende Schwierigkeiten. Eine Luftpumpe ist hierzu am zweckmäßigsten, besonders wenn eine Dampfmaschine oder sonstige Triebkraft vorhanden ist, welcher man den Betrieb der Luftpumpe als Nebengeschäft übergeben kann.

Daß bei allen Filtrationen mit Druck das Filtrum die nöthige Festigkeit besitzen müsse, um unter dem Drucke nicht zu zerreißen, bedarf kaum der Erwähnung. Bei manchen Niederschlägen ferner, namentlich bei schleimig-flockigen, ist Anwendung von Druck nicht immer zweckmäßig, indem sich der Niederschlag gerade durch die Gewalt des Druckes auf der Oberfläche des Filtrums zu einer fast undurchdringlichen Kruste vereinigen kann.

Zweck der Filtration ist gerade nicht immer, eine Flüssigkeit von einem darin enthaltenen fein zertheilten festen Körper zu trennen; es kommt auch in einzelnen Fällen die Absicht dabei vor, die Substanz des Filtrums chemisch auf die Flüssigkeit einwirken zu lassen, so z. B. bei der Salmiakfabrikation, wo man die rohe Lauge von kohlensaurem Ammoniak durch pulverisirten Gyps filtrirt, um eine gegenseitige Zersetzung zu kohlensaurem Kalk und schwefelsaurem Ammoniak zu erzielen; ferner die Filtration gefärbter oder riechender Stoffe durch Kohlenpulver, um sie zu entfärben oder geruchlos zu machen. Hierher gehört die Entfuselung das Branntweins mittelst einer Filtration durch Holzkohle, dann die Klärung und Entfärbung des eingekochten Runkelrübensaftes. S. Zucker.

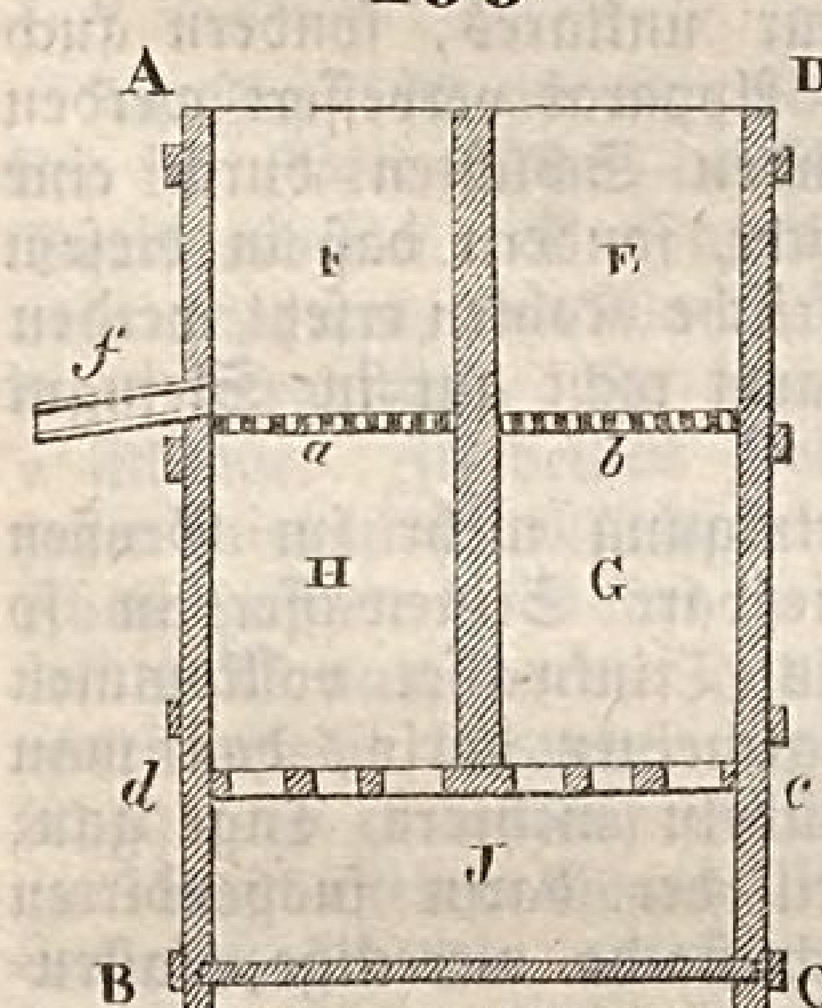
Von besonderer Wichtigkeit fürs gemeine Leben ist das Filtriren des Wassers durch Kohle, um es zu klären und zugleich völlig geruchlos zu machen. Bei den hierzu dienenden Vorrichtungen wird sehr häufig das Wasser von unten in aufwärtssteigender Bewegung durch das Filtrum getrieben, ein Prinzip, das in mehreren Beziehungen Vortheile darbietet; indem es einentheils ohne erhebliche Kosten und Schwierigkeiten die Anwendung eines bedeutenden hydrostatischen Druckes gestattet, anderentheils aber auch eine vollkommenere Wirkung macht, weil die in der Flüssigkeit suspendirten schweren Theilchen herabzusinken, mithin eine Bewegung anzunehmen trachten, welche der aufwärtssteigenden Bewegung der Flüssigkeit entgegengesetzt ist, während bei der gewöhnlichen abwärts gehenden Filtration der Niederschlag in Folge seiner Schwere gemeinschaftlich mit der Flüssigkeit herabzusinken strebt.

Ein Wasserreinigungsapparat von dieser Art ist in Fig. 498 abgebildet. Er besteht in einem konischen Fasse, das bei e, e mit zwei durchlöcherten Böden versehen ist, zwischen welche die filtrirenden Sand- und Kohlenschichten eingelegt werden. Ein dritter fest anschließender Boden befindet sich in d, ist in der Mitte durchbohrt, und stellt mittelst der Röhre d b die nöthige Kommunikation zwischen dem obersten und dem untersten Raume a her. Der Zwischenraum zwischen den beiden Böden e wird zu unterst mit einer Lage gröberer Kieselsteine, darauf mit einer Lage Grand, über diesem mit einem Gemeng von feinem Sand und gröblich pulverisirter Beinkohle, und endlich mit einer Schicht reiner Beinkohle gefüllt. Die Wirkung ist leicht verständlich; das unreine Wasser wird in den oberen Raum geschüttet, gelangt von hier in den unteren Raum a, und dringt nun, durch hydrostatischen Druck aufwärts getrieben, durch die Sand- und Kohlenschichte, um sich in dem Raume h h anzusammeln, aus welchem es durch den Hahn i abgelassen werden kann. Eine Röhre l ist dazu bestimmt, der Luft freien Abzug zu verschaffen. Da sich bei längerem Gebrauch des Apparates in dem unteren Raume a ein beträchtlicher Bodensatz bildet, durch welchen dieser Raum ganz verstopft werden könnte, so ist ein Hahn m vorhanden, um von Zeit zu Zeit die nöthige Reinigung mittelst eines rasch hindurchgelassenen Wasserstromes zu gestatten.

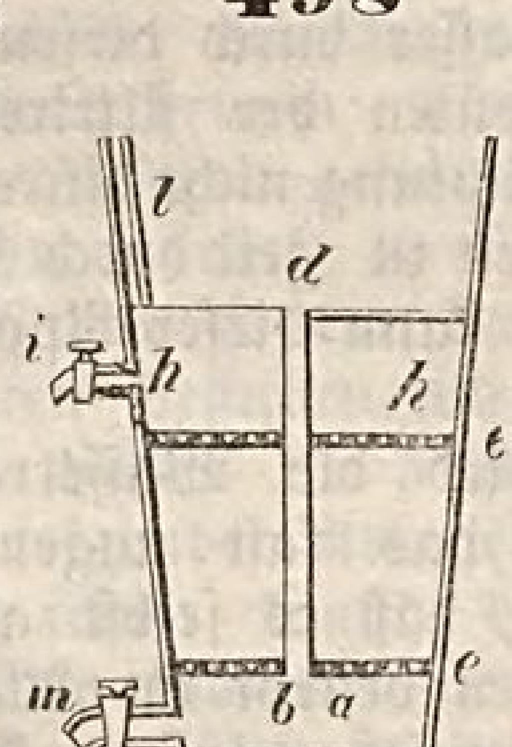
Eine ähnliche Vorrichtung, bei welcher das Wasser zuerst abwärts, dann aufwärts filtrirt, zeigt Fig 499.

A B C D ist ein hölzerner oder metallener Behälter, der einen durchlöcherten Boden d c enthält, und über demselben durch eine vertikale Scheidewand in zwei gleiche halbzylindrische Räume getheilt ist. Jeder dieser beiden Räume enthält etwa in seiner halben Höhe einen durchlöcherten Boden, resp. a und b, die auf vorspringenden Rändern ruhen und leicht ausgehoben werden können. Der Raum G wird mit grobem, J mit mittelfeinem, und H mit ganz feinem Sand oder auch mit Kohlenpulver angefüllt. Das Wasser wird in E eingegossen, filtrirt successive durch die drei Räume G, J, H, und tritt endlich in den Raum F, um von hier durch die Röhre f abzufließen.

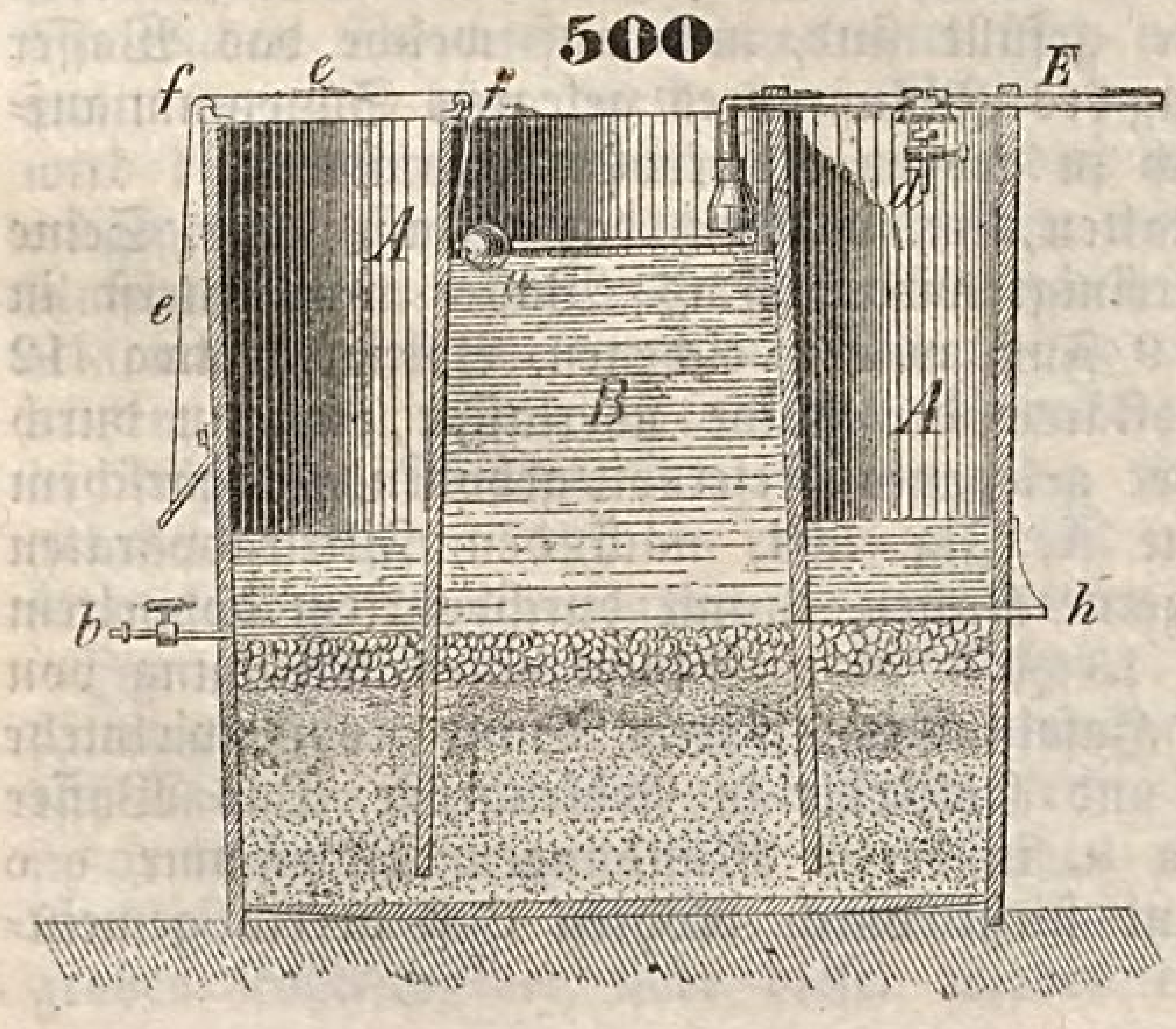
499



498



500



Eine dritte, eigentlich nur in der Form der verschiedenen Abtheilungen von der letztbeschriebenen abweichende Filtrirvorrichtung ist von Zeni angegeben. M. s. Fig. 500.

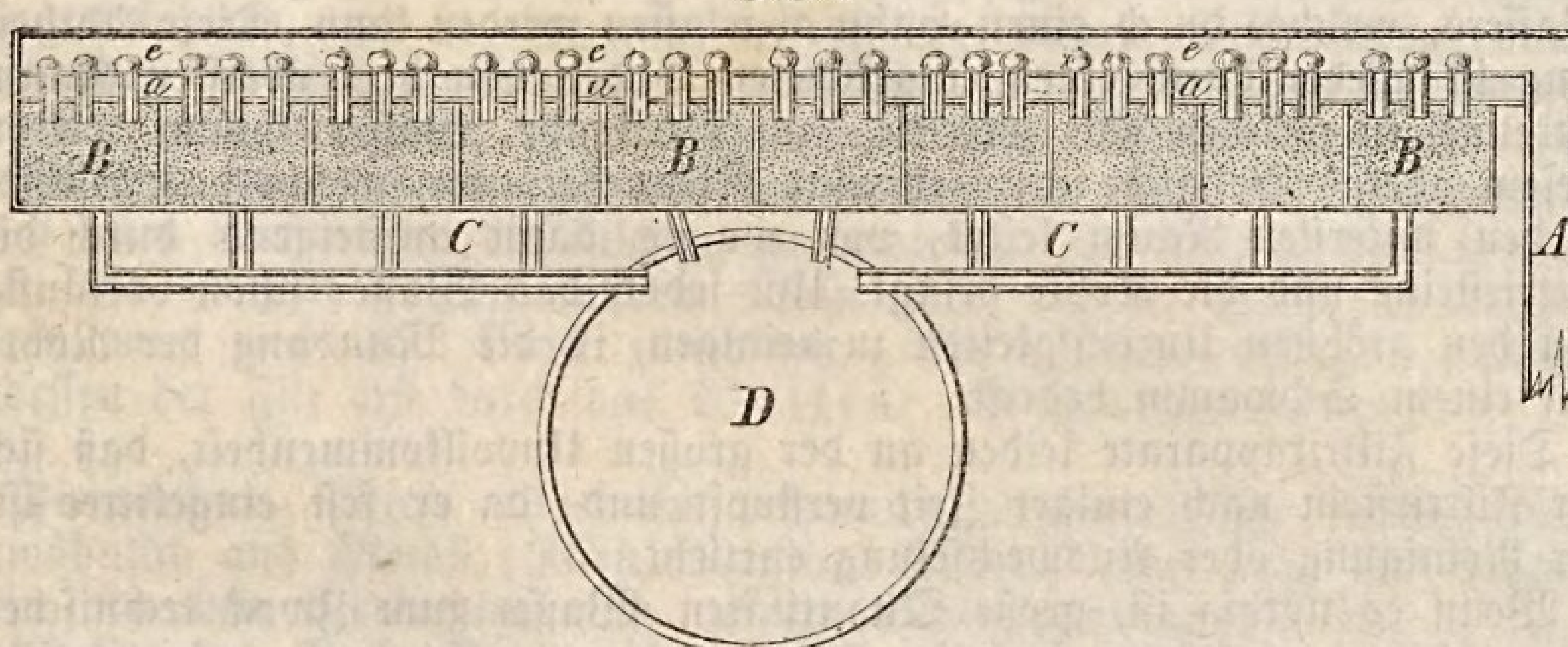
Sie besteht in einem äußeren und einem inneren Behälter, deren letzterer für

die abwärts gehende Filtration bestimmt ist, während in dem ringförmigen Zwischenraum beider das Wasser aufwärts filtrirt. Die Kommunikation zwischen beiden Räumen ist durch mehrere Oeffnungen in dem inneren Behälter unmittelbar über dem unteren Boden hergestellt. Beide Behälter werden zu unterst mit feinem Sand, darüber mit etwas größerem Sand und Kohlenpulver, darüber mit grobem Sand und endlich mit einer Schichte Grand bis zu der angedeuteten Höhe gefüllt. Läßt man nun das unreine Wasser in den inneren Raum B einfließen, so filtrirt es erst abwärts, gelangt durch die unteren Oeffnungen in den äußeren Raum, steigt hier durch die Sand- und Grandschichten aufwärts, und sammelt sich gereinigt in dem Raume A, A an, aus welchem es mittelst des Hahnes b abgelassen werden kann. Die Speisung des Apparates mit neuem Wasser erfolgt durch eine Röhre E, deren Mündung mit einem Ventile versehen ist, das durch den Schwimmer a nach Erforderniß geöffnet oder verschlossen wird. Wenn sich nach einigem Gebrauch die innere Grandlage mit Schlamm bedeckt hat, so reinigt man sie dadurch, daß man auf kurze Zeit die Filtration in entgegengesetzter Richtung vor sich gehen läßt. Zu diesem Ende schließt man zuvörderst das Ventil, indem man den Schwimmer mittelst einer Schnur e, die über zwei Rollen f, f läuft, und deren Ende an einen kleinen Hebel g gebunden ist, in die Höhe zieht, und in dieser Lage befestigt. Man öffnet nun den Hahn d, um das Wasser in den äußeren Raum einfließen zu lassen, so wie auch die von dem inneren Raume nahe über der Grandschichte ausgehende Röhre durch Ausziehen eines Stöpsels h. Es ist übrigens einleuchtend, daß, wenn nicht nur unklares, sondern auch riechendes oder gefärbtes Wasser durch diesen Apparat verbessert werden soll, dann ein bloßes Ausspülen der filtrirenden Schichten durch eine Filtration in umgekehrter Richtung nicht hinreicht, sondern daß in diesem Falle die Kohlenlage von Zeit zu Zeit durch frische Kohlen ersetzt werden muß. Im kleinen Maßstabe kann dieser Apparat recht gut in Steingut ausgeführt werden.

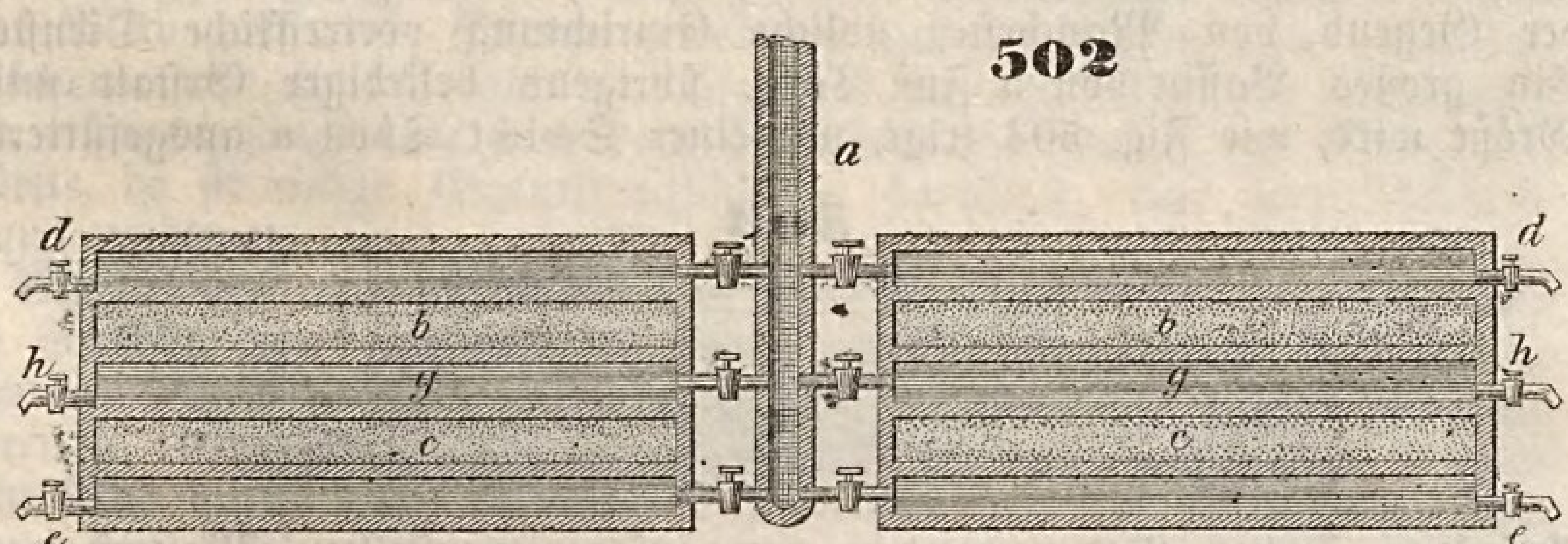
An keinem Orte wohl wird die Wasserreinigung mehr im Großen betrieben, als in Paris, wo das fast ungenießbare Seinewasser in so hohem Grade gereinigt wird, daß es selbst als Trinkwasser vollkommen brauchbar ist. Das Verfahren besteht im Allgemeinen darin, daß man das rohe Wasser zuvörderst in sehr großen Kübeln mehrere Tage ganz ruhig stehen läßt, damit es den größten Theil der darin suspendirten erdigen Theile absetze, worauf es dann durch flache viereckige, kastenförmige Filtra, die mit einer Grand-, Sand-, Kohlen- und zu oberst wieder mit einer Sandschichte gefüllt sind, und auf welche das Wasser durch einen vor die Mündung des Zuflußrohres gelegten Schwamm auffließt, hindurchfiltrirt, und sich in großen Reservoirs ansammelt.

Paris besitzt mehrere Anstalten, in welchen das Wasser der Seine zum häuslichen Gebrauch gereinigt wird. Das Wasser wird zuerst in großen, 15 Fuß hohen und 9 Fuß weiten eichenen Bottigen etwa 12 Stunden zum vorläufigen Abklären der Ruhe überlassen, sodann durch mehrere Pumpen in ein höher gelegenes Reservoir gehoben, von welchem es durch eine hölzerne Rinne A, Fig. 501, nach den Filtrirapparaten gelangt. Es sind dieses hölzerne Kasten, B, mit durchbohrtem doppeltem Boden. Sie enthalten eine 15 Zoll dicke Schicht einer Mischung von Grand (in der Größe von Haselnüssen), feinem Sand, oder vielmehr feingestampftem Pflasterstein, und Holzkohle in Erbsengröße. Das Wasser tritt durch kurze Röhren a a, in deren Mündungen Schwämme e e gesteckt sind, in die Filtra, und fließt durch Röhren C C in ein gemeinschaftliches Reservoir D ab.

501



502



In Fig. 502 ist ein ähnlicher Filtrirapparat für Wasser abgebildet, der im Hôtel-Dieu in Paris benutzt wird, und unter hydrostatischem Druck arbeitet. Das durch Absetzen geklärte Wasser wird in ein Reservoir gepumpt, von wo es durch eine 40 Fuß hohe Röhre zu dem Filtrum herabfließt. In der Figur ist nur das untere Ende dieser Röhre a sichtbar. Zu beiden Seiten befinden sich starke hölzerne Kasten, deren jeder mittelst durchlöcherter Böden in 5 Abtheilungen getheilt ist. Die Abtheilungen b, b sind in folgender Art gefüllt: zu unterst eine Schicht feiner Grand, darauf ganz feiner Sand, darüber grober Sand und zu oberst wieder Grand; in den Abtheilungen c, c ist die Füllung umgekehrt, also zu unterst Grand, darüber grober, dann feiner Sand, endlich zu oberst wieder Grand. Man öffnet nun die Hähne d, d und e, e, wodurch sich die unteren und oberen Abtheilungen mit Wasser füllen, welches nun unter dem starken Druck von 1¼ Atmosphären durch die filtrirenden Schichten getrieben wird, sich in den Abtheilungen g, g sammelt, um von hier durch die Hähne h, h abzufließen. Jeden Abend wird das Filtrum dadurch gereinigt, daß man eine Zeit lang Wasser in entgegengesetzter Richtung hindurchleitet, wozu die anderen Hähne dienen. Natürlich kann durch eine Filtration durch Sand nur eine mechanische Klärung bewirkt werden; die Anwendung von Kohle würde hier wenig nützen, da bei einem so schnellen Hindurchdringen des Wassers, wie es in Folge des Druckes Statt findet, der Kohle nicht die nöthige Zeit gelassen wird, um auf die etwa aufgelöst vorkommenden riechenden oder schmeckenden Verunreinigungen einzuwirken.

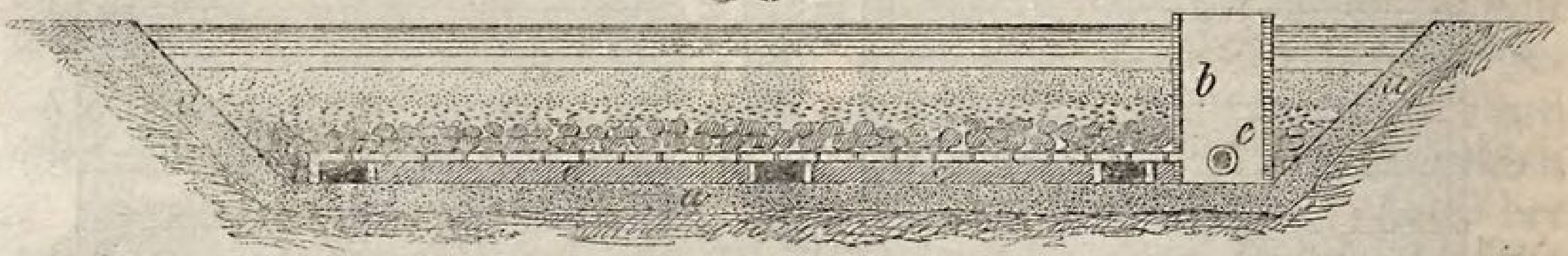
In England bedient man sich häufig kleiner, elegant ausgeführter Filtrirapparate von Steingut, welche ausgezeichnete Wirkung machen, so daß das trübste Wasser vollkommen krystallhell abfließt. Sie enthalten in geringer Entfernung über dem Boden eine eingekittete Scheibe eines künstlich erzeugten porösen Filtrirsteines, über derselben eine Schicht grobes Kohlenpulver, über dieser wieder eine Scheibe von Filtrirstein,

endlich über dieser einen größeren Raum zur Ansammlung des filtrirten Wassers, welches durch einen Hahn abgelassen werden kann. Diese Abtheilung ist wieder durch einen eingekitteten Boden von dem obersten Raum getrennt, in welchen das unreine, zu filtrirende Wasser kommt. Von diesem oberen Behälter nun geht eine Röhre herunter, welche das Wasser in den untersten Raum leitet, von wo es dann aufsteigend durch die Filtrirsteine und die Kohle dringt. Um jedoch das Wasser schon vorläufig von den gröbsten Unreinigkeiten zu reinigen, ist die Mündung der Röhre mit einem Schwamm bedeckt.

Diese Filtrirapparate leiden an der großen Unvollkommenheit, daß sich der Filtrirstein nach einiger Zeit verstopft und, da er fest eingekittet ist, der Reinigung oder Auswechselung entzieht.

Wenn es nöthig ist, große Quantitäten Wasser zum Zweck technischer Verwendung zu klären, so leistet die folgende, in England, besonders in der Gegend von Manchester übliche Einrichtung vortreffliche Dienste. Ein großes Bassin von 5 Fuß Tiefe, übrigens beliebiger Gestalt und Größe wird, wie Fig. 503 zeigt, mit einer Schicht Thon a ausgefüttert.

503



Auf dem flachen Boden werden von zusammengestellten Mauersteinen ohne Mörtel Kanäle c c angelegt, welche sämmtlich unter einander in Verbindung stehen, und in welchen sich das filtrirte Wasser sammelt. An einer der Seiten ist ein Zylinder b von Steinen mit Mörtel aufgeführt, in welchen jene Kanäle einmünden. Das Bassin wird nun zu unterst mit einer 12 bis 14 Zoll hohen Schicht Bruchstein oder großem Gerölle von etwa 6 bis 8 Zoll Größe gefüllt; auf diese folgt eine 6 Zoll hohe Schicht Grand, hierauf 14 Zoll feiner Sand. Das filtrirte Wasser gelangt aus den Zwischenräumen der Steine in die Kanäle, von da in den Zylinder b und wird von diesem durch eine Röhrenleitung e nach dem Ort seiner Bestimmung abgeleitet. Um ein solches Filtrum in Gang zu halten, ist es nur nöthig, monatlich ein Mal das Wasser ganz abzuziehen und von dem Sand etwa ½ Zoll abzunehmen und durch neuen zu ersetzen, indem sich fast alle Unreinigkeiten in dieser obersten Lage absetzen. Jährlich ein Mal wird die ganze Schicht feinen Sandes abgenommen und durch reinen Sand ersetzt. Es kann übrigens auch der gebrauchte Sand durch Waschen gereinigt und beliebig oft wieder gebraucht werden. Da bei diesen Einrichtungen keine Kohle zur Anwendung kommt, so erstreckt sich die Reinigung des Wassers nur auf eine mechanische Klärung, die jedoch für die meisten technischen Zwecke auch hinreicht. Für Trinkwasser sind diese Filtrirbassins nicht bestimmt.

Filzen. Die Operation, mittelst welcher man Wolle und andere Haare, wie z. B. die vom Biber, Kaninchen, Hasen u. a. durch Klopfen, Drücken, Reiben, Bürsten oder ähnliche mechanische Bearbeitung dergestalt zusammenschiebt und in einander wirrt, daß sie einen fest zusammenhängenden Stoff darstellen. Besonders wichtige Anwendung findet das Filzen bei der Hutmacherei. Man fängt hier damit an, die verschiedenen Haare in dem verlangten Mengenverhältniß zu mischen, worauf dann das Fachen folgt. Dieses besteht darin, die Haare mittelst einer an einem hölzernen Bogen ausgespannten Darmsaite in die Luft zu schnellen

so daß sie beim Herabfallen auf einen Tisch sich in allen möglichen Richtungen kreuzen, und so eine ganz lockere Lage bilden. Diese schlägt nunmehr der Arbeiter, nachdem er sie vorläufig mit einem Siebe zusammengedrückt und verdichtet hat, in ein Stück dicker, feuchter Leinwand ein, drückt mit den Händen darauf und sucht durch Hin- und Herschieben nach allen Richtungen die Filzung zu bewirken. Zu Anfang darf hierbei nur leise gedrückt werden, in dem Maße aber, wie die Haare sich inniger filzen, muß auch der Druck zunehmen. Die völlige Dichtigkeit erlangt indessen der Filz erst durch das Walken. (S. Hutmacherei.)

Fingerhut. Diese allgemein bekannten Nähwerkzeuge werden sehr gewöhnlich aus Metall (Eisen, Messing, Silber), aber auch aus Elfenbein, Knochen, Perlmutter und anderen Materialien angefertigt.

Messingene Fingerhüte werden gegossen und nachher abgedreht, oder aus Blech gestampft; silberne gewöhnlich auf die letztere Weise verfertigt, knöcherne und ähnliche auf der Drehbank erzeugt. Nur die Fabrikation der eisernen Fingerhüte nach dem Verfahren von Rouy und Berthier dürfte, da sie einige Eigenthümlichkeiten darbietet, eine kurze Beschreibung verdienen.

Sie nehmen dazu Eisenblech von etwa $^1/_{20}$ Zoll Dicke, zerschneiden es in Streifen von angemessener Breite und bringen diese unter einen Durchschnitt, welcher sie zu Scheiben von 2 Zoll Durchmesser ausschlägt, deren je 12 vorläufig noch durch schmale Streifen verbunden bleiben. Ein Kind bringt diese Scheiben zum Glühen und legt sie auf eine stählerne, mit Höhlungen von mehr und mehr zunehmender Tiefe versehene Stanze, worauf der Arbeiter mit dem flachesten Loche den Anfang macht, eine Scheibe darauf legt, und sie mittelst eines gerundeten Stempels eintreibt, sie dann in dem nächsttieferen Loche bearbeitet u. s. f., bis der Fingerhut in dem letzten Loche seine richtige Tiefe und Gestalt angenommen hat. Ein zweiter Arbeiter nimmt nun einen solchen rohen Fingerhut, befestigt ihn in einem Futter seiner Drehbank, dreht ihn inwendig aus, steckt ihn hierauf auf einen Dorn von angemessener Dicke und dreht ihn auch äußerlich ab. In der Nähe des Randes wird bei feineren Fingerhüten, die Vergoldung erhalten sollen, eine schmale vertiefte Nuth eingedreht. Jetzt folgt die Herstellung der kleinen Grübchen oder Vertiefungen auf der Oberfläche des Fingerhutes, welche beim Gebrauche die Nadel am Abgleiten hindern müssen. Diese Löcher einzeln einzubohren oder einzuschlagen, würde großen Zeitaufwand veranlassen; man bedient sich daher eines sogenannten Rändelrädchens dazu, nämlich eines kleinen, auf einer Achse umlaufenden stählernen Rades, auf dessen Peripherie zwei oder noch mehrere Reihen vorspringender kurzer Spitzen sich befinden. Wird ein solches Rad, das sich an dem vorderen Ende eines Stieles befindet, mit einiger Kraft gegen die Außenseite des auf der Drehbank sitzenden und umlaufenden Fingerhutes gedrückt, so geräth es selbst in Drehung, die Spitzen greifen in den Fingerhut ein, und bilden so nach einer Anzahl von Umläufen die Löcher in der verlangten Tiefe aus. Auf ähnliche Art, jedoch mit einem etwas abweichend konstruirten Rändelrade, werden auch die Löcher auf der vorderen Wölbung des Fingerhutes hervorgebracht. Soll eine Vergoldung angebracht werden, so wird der soweit fertige Fingerhut ausgeglüht, blank gescheuert, und innerlich mit einem äußerst dünnen kegelförmigen Goldbleche belegt, welches nur durch Druck, nämlich durch gewaltsames Eintreiben eines stählernen Stempels, befestigt wird. Zuletzt wird auch in die oben erwähnte Nuth am Rande ein Golddraht eingelegt und durch Eindrücken auf der Drehbank darin befestigt.

Firniß. Man versteht unter diesem Namen die Auflösung eines oder mehrerer Harze in einer geeigneten Flüssigkeit, die man auf die Oberfläche von Holz, Metallen und tausend anderen Stoffen in einer dünnen Lage aufträgt und welche zu einem harten, glänzenden Ueberzuge austrocknet, der den gefirnißten Gegenstand vor Feuchtigkeit und Einwirkung der Luft schützt, und ihm zugleich als eine der schönsten Verzierungen dient.

Als Auflösungsmittel kommen vornehmlich Weingeist und Terpenthinöl, zuweilen mit einem Zusatz von Aether zur Anwendung, und das Erhärten solcher Firnisse beruht auf der Verflüchtigung des Auflösungsmittels, wobei das Harz allein zurückbleibt. Häufig ferner bedient man sich zur Auflösung trocknender fetter Oele, besonders des Leinöls. Solche Firnisse werden Lackfirnisse oder fette Firnisse genannt, und sie erhärten durch das Eintrocknen des Oeles in Folge einer Verharzung durch Oxydation an der Luft, so daß der getrocknete Ueberzug aus einer Verbindung des Harzes mit dem getrockneten Oele besteht. Diese fetten Firnisse erhalten gemeiniglich einen Zusatz von Terpenthinöl, welches indessen nur zur Verdünnung dient, und sich beim Eintrocknen verflüchtigt. Endlich werden auch die trocknenden Oele allein, ohne Harzzusatz angewandt und mit dem Namen Oelfirniß belegt.

Die Zahl bekannt gemachter Firnißrezepte ist so groß, daß dem Laien die Wahl oft sehr schwer fällt, auch findet man oft unnöthig komplizirte Zusammensetzungen. Wir werden nur die wichtigsten und besten, welche auch so ziemlich in allen Fällen genügen dürften, anführen und dieselben nach den Harzen klassifiziren.

1. Schellackfirniß. Man bedient sich hierzu am besten des Körnerlacks (s. Gummilack), welchen man in starkem Weingeist von 92° Tr. heiß auflöst. Die Auflösung, welche beim Erkalten gallertartig erstarrt, wird durch einen leinenen Spitzbeutel filtrirt, oder falls sie zu dick sein sollte, vorher durch ein leinenes Tuch gedrückt.

1 Loth Körnerlack in

7 Loth Weingeist von 92° Tr. aufgelöst, filtrirt und bis auf die Hälfte eingedampft, sodann mit

1/16 Loth Lavendelöl versetzt, liefert den gewöhnlichen braunen Buchbinderlack.

1/4 Pfund Körnerlack oder Schellack in

1 Pfund Weingeist von 92° Tr. aufgelöst, kalt filtrirt und das Filtrum mit 2 Loth Weingeist, in welchem

1/16 Loth Benzoë aufgelöst worden, ausgewaschen, liefert eine gute Tischlerpolitur.

12 Loth blonder (orangefarbiger) Schellack,

1/2 Loth Gummigutt,

1/2 Loth Drachenblut in

32 Loth Weingeist von 92° Tr. aufgelöst und kalt filtrirt liefert den zum Lackiren von Messing dienenden Goldlackfirniß.

Die Auflösungen des Schell- oder Körnerlacks sind immer mehr oder weniger braun, weßhalb man sich zu solchen Firnissen, die recht hell erscheinen sollen, des gebleichten Schellacks bedient. Hierbei trifft man häufig auf die Schwierigkeit, daß sich derselbe der Auflösung widersetzt. Die Ursache davon liegt in dem Alter des Schellacks, und es bleibt daher nichts übrig, als entweder den gebleichten Schellack, bevor man ihn ankauft, auf seine Auflöslichkeit zu prüfen, oder ihn selbst zu bleichen, wie dieses in dem Artikel Gummilack beschrieben ist.

Schellackfirnisse besitzen bedeutende Härte und Dauerhaftigkeit, aber nur geringen Glanz.

2. Dammarfirniß. Das Dammarharz wird seiner Farblosigkeit, leichten Auflöslichkeit und Wohlfeilheit wegen sehr häufig zu Firnissen gebraucht, die zum Ueberziehen von Oelanstrichen, Essigfarben u. dgl. auf Thüren und anderem Holzwerk in Zimmern allgemeine Anwendung finden.

10 Loth Dammarharz in
12 Loth Terpenthinöl heiß gelöst,
6 Loth Weingeist von 92° Tr. zugesetzt, liefern einen solchen Firniß.

Eine andere Zusammensetzung ist noch einfacher und besteht blos in einer Auflösung des Dammarharzes in der 3fachen Menge Terpenthinöl.

Derselbe Dammarfirniß wird auch zum Firnissen der Gemälde angewandt.

3. Sandarakfirniß. Sandarak wird selten oder nie allein für sich zu Firnissen genommen, weil es einen spröden, Beschädigungen ausgesetzten Firniß liefert; man sucht daher durch Zusätze ihm die nöthige Zähigkeit zu ertheilen. Um bei der Auflösung das Zusammenballen des Harzes zu vermeiden, fügt man eine Quantität gestoßenes Glas hinzu, ein Mittel, welches auch in anderen Fällen nützliche Anwendung finden kann.

3 Loth Sandarak mit
2 Loth gestoßenem Glas gemengt, in
13 Loth Weingeist gelöst und sodann mit
3 Loth venetianischem Terpenthin versetzt, gibt einen solchen Firniß, der aber doch mit der Zeit sehr spröde wird. Ein Zusatz von gebleichtem Schellack statt des Terpenthins macht ihn dauerhafter.

4. Mastixfirniß. Mastix löst sich sehr leicht und in jedem Verhältniß in Terpenthinöl und liefert einen fast farblosen Firniß, der jedoch wenig Anwendung findet.

5. Kopal-Firniß und Lack. Unter allen zur Firnißbereitung dienenden Harzen nimmt der Kopal unstreitig den ersten Rang ein. Die aus ihm bereiteten Firnisse und Lacke sind entweder sehr hell oder doch nicht stark gefärbt, besitzen bedeutende Härte und Dauerhaftigkeit, so wie besonders starken Glanz.

Man wendet den Kopal gewöhnlich erst, nachdem er vorher geschmolzen wurde, an, weil dadurch seine Auflöslichkeit, freilich auf Kosten der Farblosigkeit, erhöht wird. Ganz besonders dient Kopal zur Bereitung des fetten Kopallacks, wovon sogleich gehandelt werden wird, doch kann er auch zu Weingeist- und Terpenthinölfirnissen dienen.

Kopal ohne vorhergegangene Schmelzung direkt aufzulösen, wurde bisher als eine sehr schwierige Aufgabe betrachtet, und es sind zwar mehrere Methoden bekannt gemacht, die aber den Zweck nur unvollkommen erfüllen, insofern sie nur schwache, wenig konzentrirte Auflösungen geben. So ist empfohlen, den pulverisirten Kopal in Aether aufquellen zu lassen und sodann durch allmäligen Zusatz von Weingeist ihn aufzulösen; oder derselbe soll 2 Tage lang auf Papier liegend auf einer heißen Eisenplatte bei einer Temperatur, die noch nicht zum Bräunen des Papiers hinreicht, getrocknet, sodann in ein kleines Säckchen gethan und dieß in einen Kolben gehängt werden, in welchem starker Weingeist oder besser Terpenthinöl kocht, so daß nur die Dämpfe mit dem Kopal in Berührung kommen.

Die besten bisher empfohlenen Methoden sind von D. und F. Freudenvoll; nach der einen werden

8 Loth westindischer Kopal,
8 Loth Terpenthinöl und
12 Loth Weingeist von 98° Tr. bei gelinder Wärme geschüttelt; nach der anderen

8 Loth westindischer Kopal,
8 Loth Schwefeläther,

8 Loth Terpenthinöl,

8 Loth Weingeist von 84° Tralles.

Beide Methoden erfüllen ihren Zweck vollkommen; die letztere ist wegen des nicht unbedeutenden Wassergehaltes im Weingeist weniger zu empfehlen.

Einen ganz vorzüglichen Kopalfirniß, der in der That nichts zu wünschen übrig läßt, haben wir auf folgende Art erhalten.

6 Loth Weingeist von 98° Tralles,

4 Loth Terpenthinöl,

1 Loth Aether werden gemischt, sodann

6 Loth gestoßener westindischer Kopal dazu gegeben, und das Ganze gelinde erwärmt. Die Auflösung des Kopals erfolgt mit der größten Leichtigkeit, und der erhaltene Firniß darf nur noch, wenn er sogleich gebraucht werden soll, durch Papier filtrirt, oder wenn die Zeit es erlaubt, durch freiwilliges Absetzen geklärt werden. Er besitzt eine dickflüssige ölige Konsistenz, ist vollkommen klar, fast farblos und trocknet, besonders in der Wärme, im Verlauf von 2 bis 3 Stunden. Wesentlich ist dabei, daß man westindischen Kopal anwende, indem der ostindische bei derselben Behandlung gallertartig aufquillt, ohne sich zu lösen. Der ostindische Kopal ist daran zu erkennen, daß die Oberfläche der Stücke mit kleinen runden Vertiefungen oder Grübchen bedeckt ist, daher auch der Name Gänsekopal, wegen der Aehnlichkeit mit Gänsehaut; auch ist diese Sorte etwas gelblich gefärbt. Der westindische Kopal besitzt zwar oft auch eine rauhe Oberfläche, aber nicht jene regelmäßigen Vertiefungen; er ist viel heller, ja häufig im Inneren vollkommen farblos. Aber auch unter dem westindischen Kopal kommen mitunter einzelne Stücke vor, welche sich nicht auflösen, sondern eine Gallerte bilden und den Firniß durchaus verderben. Diesem Uebelstande läßt sich nicht durch Filtriren, sondern nur dadurch abhelfen, daß man zur Firnißbereitung nur die größeren Stücke nimmt, und dieselben einzeln auf ihre Löslichkeit untersucht. In dieser Absicht schlägt man ein kleines Splitterchen davon, bringt es in ein Probirröhrchen und erwärmt es mit einer kleinen Menge der Auflösungsmischung, um zu sehen, ob es sich leicht und vollständig auflöst.

Fetter Kopallack, eine mit Terpenthinöl gemischte Auflösung von geschmolzenem Kopal in Leinöl, wird folgendermaßen bereitet, wobei zu bevorworten ist, daß zu diesem Zweck dem ostindischen Kopal der Vorzug eingeräumt wird, weil er beim Schmelzen sich weniger färbt.

Man bedarf hierzu zweier Kessel von angemessener Größe, deren einer zum Kochen des Leinöles, der andere zum Schmelzen des Kopals dient. Man bringt zuerst den Oelkessel mit z. B. 80 Pfund Leinöl auf seinen Ofen und macht Feuer darunter an. Während sich das Oel allmälig erwärmt, wägt man den erforderlichen Kopal in gleichen Portionen zu je 8 Pfund ab, gibt dann eine davon in den Kopaltopf und macht Feuer darunter an. In Zeit von 3 Minuten, wenn anders das Feuer lebhaft brennt, fängt der Kopal zu schmelzen und zu rauchen an. Man rührt ihn nun beständig um und sucht die Stücke so viel wie möglich zu zerkleinern. Zum Schmelzen von 8 Pfund Kopal sind durchschnittlich etwa 15 bis 20 Minuten erforderlich, wo er dann wie klares Oel fließt; doch richtet sich die Zeit sehr nach der Lebhaftigkeit des Feuers und der Geschicklichkeit, mit welcher der Arbeiter den ganzen Prozeß zu leiten versteht. Während der ersten 12 Minuten, nachdem der Kopal zu schmelzen angefangen hat, muß ein zur Beaufsichtigung des Oeles angestellter Gehülfe mit dem Erwärmen desselben so weit vorgerückt sein, daß es

gelinde zu kochen anfängt; denn es ist zum Gelingen des Firnisses sehr wesentlich, daß Oel und Harz beim Vermischen genau die richtige Temperatur haben. Zeigt nun das Oel durch das anfangende Aufwallen die richtige Temperatur an, so fassen beide Leute den Oelkessel an den Handhaben, heben ihn gerade in die Höhe und setzen ihn auf eine Schichte Asche. Der Arbeiter wendet sich nun sofort wieder nach dem Kopaltopf, während der Gehülfe 3 kupferne Löffel voll (etwa 15 Pfund) des gekochten Oeles in ein Gießbecken füllt und dieses, um es warm zu halten, auf dem Ofen neben dem Kopaltopf aufstellt. Wenn nun der Kopal so weit geschmolzen ist, daß die vollständige Schmelzung in wenigen Minuten bevorsteht, so gibt er dem Gehülfen ein Zeichen, der alsdann das Gießbecken mit beiden Händen, die eine unter dem Boden, die andere an dem Handgriffe ergreift, den Ausguß über den Rand des Kopaltopfes legt und wartet, bis der andere durch den Ruf „Oel!" ihm einzugießen befiehlt. Die 15 Pfund Oel des Gießbeckens werden nun unter stetem Umrühren zu dem geschmolzenen Kopal gegeben, der Topf aber noch auf dem Feuer gelassen, bis die Mischung ganz vollständig erfolgt ist, und ein Tropfen, auf eine Glasplatte gebracht, ganz klar erscheint. Ist dieser Punkt erreicht, so hebt man den Topf vom Feuer und stellt ihn vorläufig auf eine gemauerte Bühne, während der Gehülfe wieder 3 Löffel voll Oel (15 Pfund) aus dem Oelkessel in das Gießbecken und eben so viel zu einer dritten Kopalschmelzung in ein zweites Becken füllt, so daß nach dem dreimaligen Ausfüllen von 15 Pfund in dem Oelkessel von den anfänglichen 80 Pfund nur noch 35 zurückbleiben. Der Arbeiter ergreift nun den Kopaltopf mit der Mischung der 8 Pfd. Kopal und der ersten 15 Pfund Oel, legt den Rand desselben über den des Oelkessels, und läßt den Inhalt zu jenen 35 Pfund Oel hinzufließen; um den Inhalt völlig ausfließen zu lassen, wendet er ihn zuletzt völlig um und hält ihn so etwa 1 Minute lang. Während dieser Operation muß der Gehülfe mit einem starken hölzernen Deckel in Bereitschaft stehen, um, falls das Oel während des Eingießens des Kopals Feuer fangen sollte, den Kessel sofort zu bedecken. Wenn nur der Kopaltopf im Inneren zu brennen anfängt, so hat dieß weniger zu bedeuten, weil die Flamme von selber wieder verlöscht, wenn man nur den Topf fortwährend in der umgekehrten Stellung erhält. Brennt aber das Oel im Kessel, so kann dieß nur durch festes Auflegen des Deckels ausgelöscht werden.

Gleich nachdem der Kopaltopf entleert ist, gibt der Arbeiter 5 Pfund Terpenthinöl hinzu, wäscht mittelst eines Läppchens die Wände des Topfes so rein wie möglich und gießt das Oel in eine zinnerne Schale, um es später noch zu benutzen; mit einem anderen Läppchen trocknet er den Topf vollständig ab, gibt wieder 8 Pfund Kopal hinein, um ihn wieder zum Schmelzen zu bringen, ihn dann mit 15 Pfund Oel zu mischen, die Mischung in den Oelkessel zu geben, und endlich noch zum dritten Male 8 Pfund Kopal auf die nämliche Art zuzubringen. Man hat nun also eine Auflösung von 24 Pfund Kopal in 80 Pfund Leinöl. Diese wird in dem Oelkessel wieder zum Feuer gebracht und so stark erhitzt, daß sich die Oberfläche mit einem Schaume bedeckt, der plötzlich zu steigen beginnt. Ist dieser bis zu den Nieten der Handgriffe gestiegen, so wird der Kessel rasch vom Ofen abgehoben und auf die Asche gestellt, und nun die benöthigte Bleiglätte, falls solche angewandt werden soll, langsam und in kleinen Portionen eingerührt. Ist der Schaum gesunken, so bringt man den Kessel wieder auf das Feuer, setzt die noch vorhandene Bleiglätte allmälig hinzu, und hebt jedes Mal, wenn der Schaum bis an den Rand zu steigen droht, den Kessel vom Feuer. Im

Allgemeinen kann man annehmen, daß, wenn das Feuer im guten Gange ist, die zum Kochen nöthige Zeit, von dem dritten und letzten Kopalzusatz an gerechnet, etwa 3½ bis 4 Stunden beträgt. Indessen darf sich zumal ein Anfänger keineswegs nach der Zeit richten, da diese nach dem Wetter, der Beschaffenheit des Oeles, des Kopales und der Glätte, sowie nach der größeren oder geringeren Lebhaftigkeit des Feuers sich richten muß. Wenn daher das Kochen etwa 3 Stunden fortgesetzt ist, nimmt man eine Probe und läßt sie auf eine Glasplatte tropfen. Zeigt diese beim Erkalten eine ziemlich feste und fadenziehende Konsistenz, so ist die Kochung beendigt, der Kessel wird nun vom Feuer genommen und der Inhalt so lange gerührt, bis er hinlänglich abgekühlt ist, um den letzten Zusatz, nämlich das Terpenthinöl, zu erhalten. Die zu diesem Abkühlen nöthige Zeit richtet sich gleichfalls nach Umständen; im Winter reicht eine halbe Stunde hin, im Sommer oft kaum eine ganze.

Der Zusatz des Terpenthinöls muß unter stetem Umrühren gegeben werden; die Menge hängt wieder von Umständen ab. War der Kopal sehr gut, und ist die Schmelzung vollständig und richtig von Statten gegangen, so verträgt der Firniß wohl 150 Pfund Terpenthinöl; im entgegengesetzten Fall muß der Zusatz auf 120 Pfund, ja selbst noch weniger beschränkt werden. Es müssen daher von Zeit zu Zeit Proben gemacht werden, die darin bestehen, daß man eine flache Schale nimmt, und eine Portion Firniß hineingießt. Wenn dieser erkaltet ist, so erkennt man leicht an seiner Konsistenz, ob er eines ferneren Zusatzes von Terpenthinöl bedarf oder nicht.

Die Mischung von Firniß und Terpenthinöl kann begreiflicher Weise nicht in dem Siedekessel geschehen, indem dieser nicht geräumig genug dazu ist; sondern es muß ein besonderer Kessel dazu vorhanden sein, in welchen man zuerst den Firniß füllt und dann das Terpenthinöl hinzugibt.

Schließlich wird der Siedekessel zuerst mit dem Terpenthinöl, welches zum Ausspülen des Kopaltopfes diente, sorgfältig ausgewischt, hierauf mit einem wollenen, in Bimssteinpulver getauchten Lappen blank gescheuert. Auf dieselbe Art werden alle übrigen gebrauchten Apparate und Werkzeuge geputzt, dann noch mit reinem Terpenthinöl nachgespült und endlich mit reinen Läppchen vollständig getrocknet.

Das hier beschriebene Verfahren kann, mit Ausnahme der durch Abweichungen in dem quantitativen Verhältnisse der Materialien bedingten Modifikationen, bei der Anfertigung von Kopallack stets in Ausübung gebracht werden.

Sehr wichtig ist die Auswahl des Leinöles. Am besten ist das Oel von gutem ausgewachsenen reifen Samen. Dieses muß in einem Glaskölbchen betrachtet, völlig klar und glänzend, dabei von recht hellgelber Farbe sein. Es muß einen milden, süßlichen Geschmack und wenig Geruch besitzen, nach dem Kochen und Klären schnell und fest eintrocknen und einen nur wenig gefärbten Firniß liefern.

6. Bernsteinfirniß. Da sich der Bernstein in keinem bekannten Auflösungsmittel löst, so bleibt auch hier kein anderer Weg, als ihn zu schmelzen, wodurch freilich auch, wie beim Kopal, die Farbe bedeutend dunkler wird. Das Verfahren kommt im Wesentlichen mit der Bereitung des Kopallackes überein.

6 Pfund recht fein gestoßener, recht heller durchsichtiger Bernstein werden geschmolzen und mit 20 Pfund heißem klarem Leinöl versetzt. Man läßt dieses so lange zusammen kochen, bis es sehr stark Fäden zieht, und verdünnt mit 40 Pfund Terpenthinöl. Dieser Firniß steht fast in allen Beziehungen dem besten Kopalfirniß gleich, nur erfordert er, so wie jeder

Bernsteinfirniß ziemlich beträchtliche Zeit, bevor er so trocken wird, daß er sich poliren läßt.

7. Asphaltlack. Durch Auflösen von Asphalt in heißem Terpenthinöl. Es eignet sich hierzu vorzugsweise der syrische Asphalt, während im Handel Sorten angetroffen werden, die im Terpenthinöl unauflöslich sind, weßhalb beim Ankauf des Asphaltes auf diesen Umstand Rücksicht zu nehmen ist.

Der Asphaltlack eignet sich besonders zu schwarzen Lackirungen auf Eisen und anderen Metallen. Man erhitzt dieselben beim Auftragen des Lackes, jedoch nicht so stark, daß der Firniß Blasen bildet, sondern nur ruhig abdampft.

8. Leinölfirniß. Gewöhnlicher Leinölfirniß wird folgendermaßen gefertigt. Man bringt 250 Pfund Leinöl in einen eisernen Kessel, der höchstens bis zu etwa $^5/_6$ damit angefüllt werden muß, macht Feuer darunter, steigert die Hitze, bis das Oel gelinde zu wallen anfängt, und erhält es in diesem Zustande zwei Stunden lang, wobei der größte Theil der Feuchtigkeit ausgetrieben wird. Bildet sich Schaum auf der Oberfläche, so nimmt man ihn mit einer Schaumkelle ab, und stellt ihn bei Seite, um ihn zu ganz ordinären Arbeiten zu verwenden. Man läßt nun die Hitze noch etwas steigen und schüttet sehr langsam und in kleinen Portionen 3 Pfund Bleiglätte, eben so viel Mennige und 2 Pfund türkische Umbra hinzu, welche sämmtlich scharf ausgetrocknet sein müssen, indem sie sonst das Oel heftig aufschäumen machen und eine trübe, dicke, zähe Beschaffenheit desselben zur Folge haben, so daß es nach dem Auftragen gewissermaßen wie ein Stück feine Blase auf der gestrichenen Fläche aufliegt und sich nach dem Trocknen leicht davon ablöst. Hat man nun diese Zusätze vollständig eingerührt, so hält man das Oel in steter Bewegung, damit sich Glätte und Mennige nicht ihrer Schwere wegen zu Boden setzen, wodurch das Oel sehr leicht anbrennt und braun wird. Nach dem Zugeben der Glätte läßt man das Oel noch etwa 3 Stunden gelinde fortkochen. Wenn es nun keinen Schaum mehr bildet, so untersucht man es von Zeit zu Zeit mit einer Federfahne. Wenn nämlich diese sich ganz zusammenkrümmt und windet, so wird es als ein Zeichen angesehen, daß die Hitze hinlänglich hoch gestiegen ist, worauf man das Feuer augenblicklich auslöscht, den Kessel mit dem Firniß aber wenigstens 10 bis 24 Stunden ruhig stehen läßt, damit sich die nicht gelöste Glätte und Umbra möglichst vollständig absetzen.

Fischangeln. Werden mit höchst einfachen Werkzeugen verfertigt, erfordern aber große Geschicklichkeit von Seiten des Arbeiters.

Das Material dazu ist Eisendraht, der von besonders guter Beschaffenheit und völlig frei von Fehlstellen sein muß. Der Arbeiter fängt damit an, ein Bündel solchen Drahtes in der bestimmten Länge entweder mit einer Scheere, oder dadurch abzuschneiden, daß er es auf die Schärfe eines breiten Meißels auflegt (der entweder in den Schraubstock eingespannt, oder an einem Ambos befestigt ist) und mit einem Hammer darauf schlägt. Um nun die Widerhaken hervorzubringen, legt er ein abgeschnittenes Drahtstück in eine rinnenförmige Vertiefung eines Stückes Eisen, setzt in der Nähe des einen Endes einen scharfen Meißel unter einem spitzen Winkel mit der Richtung des Drahtes auf und führt geschickt einen Schlag darauf, um so den Widerhaken zu bilden.

Hierauf wird die Spitze angefeilt, das hintere Ende aber, woran beim Gebrauch die Schnur befestigt wird, durch einen Hammerschlag breit geschlagen und endlich mit der Drahtzange dem Haken die nöthige Krümmung gegeben. Endlich werden die so weit fertigen Angeln durch Ein-

setzen verstählt, um ihnen die nöthige Steifigkeit und Elastizität zu ertheilen. Man packt nämlich eine bedeutende Quantität mit thierischer Kohle in einen thönernen oder starken eisernen Kasten, und setzt diesen einer anhaltenden Glühhitze aus (m. s. Einsetzen), worauf man sie durch anhaltendes Schütteln mit Sand oder Schmirgel blank macht und auf einer heißen eisernen Platte blau anlaufen läßt.

Manche Angelhaken, besonders die im Meere zu gebrauchenden, werden des Rostens wegen verzinnt.

Fischbein. Die Substanz der Wallfischbarten, sensenförmig gestalteter hornartiger Blätter, die in zwei Abtheilungen zu beiden Seiten eines Knochens, der der Länge nach unter dem Oberkiefer des Wallfischrachens fortläuft und unter diesem Kiefer selbst befestigt sind. Die Länge dieser Barten hängt natürlicher Weise von der Größe des Fisches ab, variirt aber auch sehr nach der Stelle des Rachens. Die mittleren sind im Allgemeinen die längsten und überhaupt die besten, und wohl bis zu 15 Fuß Länge vorgekommen, indessen gehört eine Länge von 12 bis 13 Fuß schon zu den Seltenheiten. Die Breite beträgt in der Nähe des Anheftungspunktes etwa 10 bis 12 Zoll, von hier aus laufen sie in mäßig bogenförmiger Krümmung in eine Spitze aus. Die Dicke ist am oberen Rande etwa $\frac{4}{10}$ bis $\frac{5}{10}$ Zoll, nimmt aber gegen den unteren Rand, an welchem sich die Barte in einer Reihe loser Haare oder Fransen auflöst, sehr bedeutend ab. Jede der beiden Reihen zählt etwa 300 Barten, unter denen inzwischen nur etwa 250 brauchbar sind, so daß ein Fisch durchschnittlich 500 nutzbare Barten liefert. Die Substanz des Fischbeins besteht in einer Masse parallel neben einander liegender dicker Haare oder Fasern, die seitlich durch eine ähnliche, jedoch etwas weniger feste Substanz aneinander geheftet sind, und sich ziemlich leicht von einander spalten lassen.

Dem Wallfische dienen die Barten als eine Art Filtrirapparat; indem er nämlich das eingeschlürfte Wasser zwischen den Bartenreihen und dem Unterkiefer wieder herauspreßt, bleibt alles Gewürm nebst kleineren Fischen in seinem Rachen zurück.

Die Barten werden, nachdem sie von dem Oberkiefer abgelöst, gereinigt und sortirt sind, in Packete von etwa 10 oder 12 Stück gebunden und so nach Europa gebracht. Der Preis schwankt zwischen 50 und 150 Lstr. pr. Ton, also 16 bis 48 Rthlr. die 100 Pfund.

Die Verarbeitung des Fischbeins zu viereckigen oder flachen Stangen, das Fischbeinreißen, wird, nachdem das Fischbein durch zweistündiges Kochen mit Wasser erweicht worden, auf folgende Art bewerkstelligt. Man spannt die in Stücke von etwa 3 bis 4 Fuß Länge zersägten Barten auf einer Art Tischlerbank mittelst zweier Bretter so ein, daß sie auf der hohen Kante stehen, und spaltet nun mittelst eines eigenen Messers oder Hobels, der je nach der Dicke der abzureißenden Stangen gestellt werden kann, diese davon ab.

Nach dem Reißen werden die Stangen getrocknet, wodurch sie ihre natürliche Härte und Steifigkeit wieder erlangen, und nun auch an den Seitenflächen glatt geschabt. Die hierbei abfallenden Fischbeinspäne eignen sich als Surrogat der Pferdehaare zum Ausstopfen der Betten und Möbeln.

Das Fischbein findet seiner Biegsamkeit, Elastizität, Festigkeit und seines geringen spezifischen Gewichtes wegen mannichfaltige Anwendungen, besonders zu Schirmen und zu Kleidungsstücken der Frauen. Durch Dampf oder im Sandbad erhitzt, erlangt es einen solchen Grad von Weichheit, daß es sich wie Horn in Formen pressen läßt, und die so erhaltene

Gestalt, vorausgesetzt, daß es innerhalb der Form abkühlt, unverändert beibehält. Auf diese Art können mancherlei Luxusartikel als: Tabakdosen, Messerschalen u. dgl. aus Fischbein verfertigt werden.

Man polirt es gewöhnlich mit Bimssteinpulver, das mit Wasser auf einen Filz aufgetragen wird, und reibt es schließlich noch mit zerfallenem Kalk ab.

Fischleim, s. Hausenblase.

Flachs ist der als Spinnmaterial zubereitete Bast von den Stengeln der Leinpflanze (Linum usitatissimum), welche krautartig, einjährig ist, 1½ bis 3 Fuß Höhe erreicht, im Junius oder Julius blüht, gewöhnlich im September reifen Samen bringt, und am besten auf einem lockeren, humusreichen, mit Sand gemengten Thonboden gebaut wird. Die Verschiedenheiten des Flachses in verschiedenen Gegenden rühren von der ungleichen Güte des Samens, den Modifikationen des Ackerbodens, dem Klima und der Kultur-Methode her. Indessen unterscheidet man zwei Varietäten: den Schließlein oder Dreschlein, dessen Samenkapseln geschlossen bleiben, daher zur Gewinnung des Samens ausgedroschen werden müssen, und den Springlein, Klanglein, dessen Kapseln zur Zeit der Reife mit einem kleinen Geräusche sich öffnen. Die gewöhnlich angebaute Varietät ist der Dreschlein. Nach der Saatzeit pflegt man den Flachs wohl auch Frühflachs oder Spätflachs zu nennen. Zu ersterem wird der Same Ende April oder Anfangs Mai gesäet, zu letzterem im Junius, wobei man sich nach der Witterung, so wie nach der Lage und Beschaffenheit des Bodens richtet. Der Leinsamen wird mehr oder weniger dicht gesäet, je nachdem beim Anbau desselben hauptsächlich auf die Gewinnung eines möglichst feinen Spinnmaterials abgezielt und der Samen nur zur Oelbereitung angewendet wird; oder man vorzugsweise auf die Erzeugung eines gut ausgebildeten, zur Aussaat tauglichen Samens ausgeht, und darüber die größte Feinheit des Bastes zum Opfer bringt. Je dichter nämlich die Pflanzen stehen, desto dünner bleiben die Stengel, und desto weniger Aeste setzen sie an, wodurch man einen zarten, nicht so viel kurze Fasern enthaltenden Bast bekommt; aber die Samenkörner erlangen alsdann nicht ihre größte Vollkommenheit. In Deutschland, wo man sehr allgemein russischen Leinsamen säet, ist größtentheils die Rücksicht auf den Bast vorherschend

Der rechte Zeitpunkt zum Ausziehen des Flachses wird daran erkannt, daß die Stengel am unteren Theile gelb werden und die Blätter anfangen abzufallen (Gelbreife). In dieser Periode ist jedoch der Samen noch nicht vollreif, weßhalb er nur zum Oelschlagen taugt. Will man Saatsamen gewinnen, so müssen die Pflanzen etwas länger, bis zur gänzlichen Reife der Kapseln, in der Erde bleiben, wobei die Bastfasern in einem gewissen Grade hart und spröde werden, also an Werth verlieren. Es ist eine noch nicht bestimmt entschiedene Frage: ob der ökonomische Nutzen größer sei, wenn man den Flachs bis zur Vollreife stehen läßt, oder wenn man ihn in der Gelbreife auszieht. Im ersteren Falle ist der Samen mehr, der Bast aber weniger werth als im letzteren; und ob hier oder dort der Nachtheil auf der einen Seite von dem Vortheile auf der anderen überwogen wird, hängt gewiß von lokalen Umständen, so wie von der Witterung des Jahres ab.

Der auf dem Felde ausgezogene und in Bündel gebundene Flachs wird geriffelt, gerefft, d. h. zur Absonderung der Samenkapseln durch einen groben eisernen Kamm (Riffelkamm, Reffkamm) gezogen, sodann der Rotte übergeben.

Das Rotten (Rötten, Röthen oder Rösten) des Flachses ist eine chemische Behandlung, durch welche der innige Zusammenhang zwischen den Fasern des Bastes unter sich, so wie zwischen der Baströhre und dem von dieser eingehüllten holzigen Kerne, größtentheils aufgehoben wird; so daß durch die nachfolgende mechanische Bearbeitung die spinnbaren Fasern isolirt dargestellt werden können, ohne einer übermäßigen Beschädigung zu unterliegen. Alle Versuche, die Rotte zu ersparen und die Bearbeitung der Leinstengel sogleich mit mechanischen Mitteln anzufangen, sind insofern fehlgeschlagen, als man auf diesem Wege die spinnbare Faser nur mit ansehnlichem Verluste und in einer für gute Gespinnste nicht geeigneten Beschaffenheit (namentlich rauh, hart und spröde) erhält.

Das Wesentliche des Rottens besteht in der Einleitung einer Gährung, die bis zum ersten Anfange der Fäulniß fortgeführt wird, und durch welche die den natürlichen festen Zusammenhang zwischen den Fasern unter sich und mit dem Holze bewirkende, kleberartige Substanz der Stengel zum größten Theile zerstört wird. Man erreicht diesen Zweck bald durch Einweichen des Leins in Wasser; bald durch Auslegen desselben auf freiem Felde, in Luft, Regen und Thau; bald durch eine Verbindung beider Verfahrungsarten: wodurch drei Arten des Rottens entstehen, nämlich die Wasserrotte, Thaurotte und gemischte Rotte.

Um die Wasserrotte auszuführen, wird der Flachs in nicht zu große und nicht zu dichte Bündel gebunden, die man in das Wasser legt oder stellt, und durch eine Bedeckung von Stroh, Brettern und Steinen untergetaucht erhält. Der Eintritt der Gährung offenbart sich hier sehr bald durch schmutzige Färbung des Wassers (weil dieses einige Bestandtheile auszieht) verbunden mit Bildung einer Säure (Essigsäure?) und Entwickelung von kohlensaurem Gase. Dieser Zustand dauert fortschreitend mehrere Tage, und geht dann allmälig in die Fäulniß über, wobei Ammoniak gebildet wird, die freie Säure wieder verschwindet, Kohlenwasserstoffgas entsteht, und ein sehr stinkender Geruch sich erzeugt.

Mit dem ersten gelindesten Grade der faulen Gährung ist der Zeitpunkt zur Beendigung der Rotte eingetreten; ein länger fortgesetztes Verweilen des Flachses im Wasser hat zur Folge, daß derselbe dunkel gefärbt, mürbe und daher schlecht oder ganz unbrauchbar wird. Man nennt ihn alsdann überrottet oder verrottet. Wenn durch die Gasentwickelung der Flachs auf die Oberfläche des Wassers sich hebt, das Holz in den Stengeln leicht zerbrechlich und die Faser sehr leicht lösbar erscheint (welches beides man durch Zerknicken und Reiben zwischen den Fingern erprobt); so nimmt man den Flachs ohne Säumen aus dem Wasser, spült ihn in reinem Wasser ab, und stellt ihn an einem luftigen, sonnigen Orte zum Trocknen auf.

In 100 Gewichtstheilen lufttrockner Leinstengel kann die Menge des Bastes auf 20 bis 27 Theile (worin 12 bis 16 Theile reine Faser) und die des Holzes auf 73 bis 80 Theile angeschlagen werden. Durch die Wasserrote gehen von jenen 100 Theilen 25 bis 35 verloren. Da nun die frischen rohen Stengel durchschnittlich 60 Prozent Feuchtigkeit enthalten, welche sie beim Austrocknen an der Luft verlieren, so bleiben von 1000 Pfund ungetrockneter roher Stengel nach dem Rotten und Trocknen nur noch 260 bis 300 Pfund übrig. Die Wasserrotte dauert — nach Beschaffenheit des Flachses, des Wassers und der Witterung — 5 bis 10, manchmal selbst 14 Tage, und muß besonders in der letzten Periode mit der äußersten Sorgfalt überwacht werden, um das Ueberrotten zu vermeiden.

Das Rottewasser kann stehendes oder fließendes sein; jedenfalls soll es nicht hart, eisenhaltig oder faul sein. Je kälter es ist, desto langsamer

rottet der Flachs. In stehendem Wasser geht die Rotte schneller von Statten, als in fließendem; aber letzteres erhält, weil es die abgesonderten und aufgelösten Stoffe fortführt, den Flachs reiner und weißer, und selbst die geringere Schnelligkeit, womit es wirkt, ist ein Vortheil, weil nicht so leicht das Ueberrotten eintritt. Da das Rotten in Flüssen (wegen der daraus entstehenden Hemmnisse für die Schifffahrt und zur Schonung der Fische, welche vom Rottewasser sterben) an vielen Orten verboten ist; so wird am häufigsten das Rotten in stehendem Wasser angewendet, zu welchem Behufe man Wasser in 5 bis 6 Fuß tiefe, nahe am Ufer angelegte Gruben leitet. Diese Rottgruben werden öfters, sehr zweckmäßig, so eingerichtet, daß sie einen beständigen kleinen Abfluß und Zufluß haben, wodurch ein langsamer Wasserwechsel entsteht, der die Mitte hält zwischen einem stagnirenden, gar nicht erneuerten, und einem strömenden Wasser.

In Belgien, welches durch seinen größtentheils vortrefflichen Flachs berühmt ist, sind zwei Arten der Wasserrotte üblich, nämlich die gelbe oder weiße Rotte und die blaue Rotte oder Schlammrötte. Die erstere, durch welche der Flachs eine sehr helle gelbliche Farbe und große Festigkeit bekommt, wird in fließendem Wasser oder mit Wasserwechsel versehenen Gruben vorgenommen. Die zweite Art hat das Eigenthümliche, daß in den Rottegruben (worin kein Wasserwechsel Statt findet) sowohl zwischen die einzelnen Lagen der Flachsbündel, als oben auf die letzte Lage, eine Schicht des fetten Schlammes gegeben wird, welcher mit dem Flußwasser in die Gruben gekommen ist. In diesen Schlamm streut man zugleich Laub und kleine Zweige von den Erlen ein, womit die Rottegruben zum Schutz gegen die Sonnenstrahlen umpflanzt sind. Der nach diesem Verfahren behandelte Flachs fällt dunkel stahlgrau aus, soll aber eine ausgezeichnete Weichheit und Geschmeidigkeit besitzen.

Der bei der gewöhnlichen Wasserrotte eintretende sehr lästige und gesundheitwidrige Gestank ist gänzlich zu vermeiden, wenn man dem Wasser ¼ Prozent (1/400 seines Gewichts) Schwefelsäure zusetzt. Man gewinnt nach dieser Methode, welche durch Gaulthier de Claubry in Paris bekannt geworden ist, erfahrungsmäßig einen vortrefflichen Flachs; sie ist aber für die kleinen ländlichen Wirthschaften, in welchen meistentheils die Flachsbereitung vorgenommen wird, nicht wohl anwendbar, da sie unter Dach stehende hölzerne Wasserbehälter und stete Aufmerksamkeit erfordert, bei der geringsten Vernachlässigung der Festigkeit des Flachses sehr gefährlich wird. Weit empfehlenswerther ist die von Schenck in Nordamerika neuerlich erfundene, jetzt bereits von vielen fabrikmäßigen Flachsbereitungsanstalten in England ꝛc. angenommene Warmwasser-Rotte, wobei das Rotten in großen hölzernen Kufen geschieht und das Wasser mittelst hineingeleiteten Dampfes auf 20 bis 26° R erwärmt wird; das Rotten geht nach diesem Verfahren sehr sicher und gleichmäßig von Statten, ist in 60 bis 90 Stunden beendigt, und liefert stets ein gutes Produkt.

Um den Flachs im Thau zu rotten (Thaurotte, Luftrotte, Landrotte), breitet man ihn auf Wiesen oder auf den Stoppeln der Getreidefelder sehr dünn und in regelmäßigen Reihen aus, wendet ihn von Zeit zu Zeit um, und stellt ihn, wenn die Untersuchung der Stengel die Rotte als beendigt zeigt, in Haufen zum Trocknen auf. Bei dieser Behandlung geht durch den Einfluß der Luft und der atmosphärischen Feuchtigkeit (Regen, Thau) die nämliche Veränderung langsamer von Statten, welche das Einweichen in Wasser in kurzer Zeit bewirkt. Daher ist der Flachs nicht der Gefahr des Verrottens ausgesetzt und

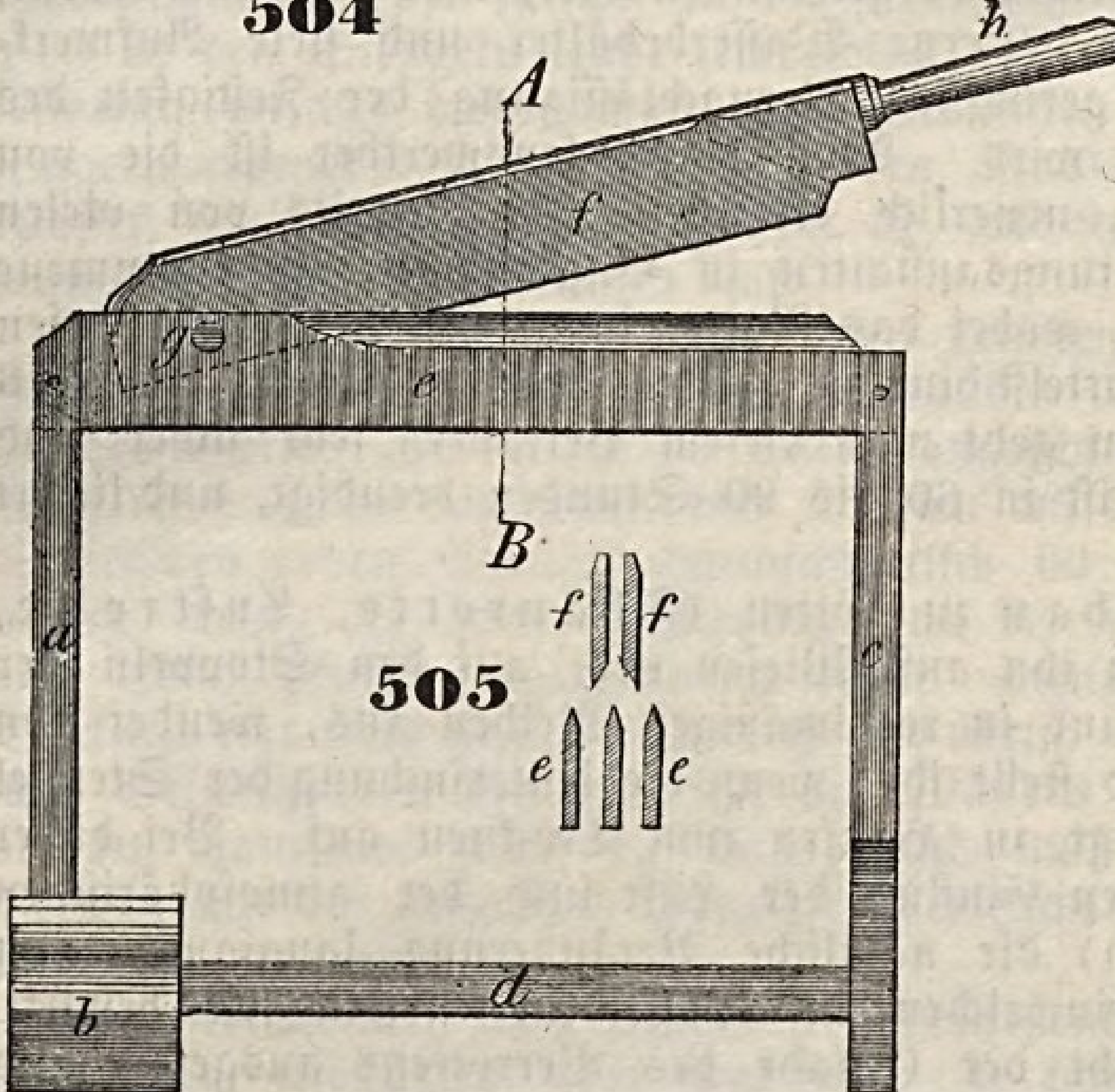
verbreitet auch nicht die höchst stinkenden Ausdünstungen, welche die Nähe der Rottegruben so unangenehm und ungesund machen. Zugleich bleicht er bedeutend, und wird weißer, nach der gewöhnlichen Meinung auch zarter von Faser. Die Thaurotte erfordert aber 3 bis 6, manchmal sogar (bei anhaltend trockner Witterung) bis zu 10 Wochen Zeit, was die weitere Verarbeitung leicht zu weit hinausschiebt, weßhalb im Ganzen die Thaurotte weniger gebräuchlich ist, als die Wasserrotte. Der Gewichtverlust beträgt bei der Thaurotte gewöhnlich nur 20 bis 25 Prozent (lufttrockne Stengel vor und nach dem Rotten verglichen); jedoch ist dieses größere Gewicht des Thauflachses kein reeller Vortheil, weil es nur von solchen, der Faser fremden, Bestandstoffen herrührt, welche in der Thaurotte nicht vom Wasser ausgezogen werden konnten, und später bei der Bleiche des Leinens jedenfalls verloren gehen.

Die gemischte Rotte besteht darin, daß man den Flachs zuerst im Wasser rottet, ihn jedoch vor völliger Beendigung der Rotte herausnimmt, und dann 1 bis 3 Wochen lang auf das Feld legt, um ihn in Thau nachrotten zu lassen. Diese empfehlenswerthe Methode vermeidet die Gefahr des Ueberrottens im Wasser, und verlangt doch nicht so gar viel Zeit, als die reine Thaurotte.

Die mechanische Bearbeitung der Leinstengel nach dem Rotten hat zum nächsten Zwecke, den durch die Rotte mürbe gewordenen holzigen Kern zu zerkleinern und abzusondern. Dies geschieht hauptsächlich durch das Brechen. Alsdann muß aber der Bast selbst noch völlig gereinigt und in seine Fasern zertheilt werden. Hierzu dient das Hecheln. Hierzu kommen noch einige Hülfsoperationen, welche theils dem Brechen vorausgehen, theils auf dasselbe folgen, bevor der Flachs gehechelt wird; nämlich das Poken, Schwingen und Ribben.

Das Brechen besteht, wie das Wort richtig ausdrückt, in einem Zerbrechen der Stengel, wobei jedoch wesentlich nur das Holz abgebrochen und in kleine Stücke zertheilt wird, während der Bast durch seine größere Zähigkeit widersteht, und fast unversehrt bleibt. Um das Holz recht spröde zu machen, trocknet man vorläufig den Flachs in der Sonne, oder dörrt ihn in geheizten Dörrhütten (wohl auch in Backöfen nach dem Herausnehmen des Brotes). Niemals sollte beim Darren der Flachs einer höhern Wärme als etwa 50° C ausgesetzt werden, weil sonst auch der Bast zu leicht beim Brechen zerreißt. Das Instrument, womit von den kleinen Flachsbereitern gewöhnlich das Brechen verrichtet wird, ist die Breche oder Flachsbreche (niederdeutsch Brake), von welcher Fig. 504 den Aufriß, Fig. 505 den Querdurchschnitt nach AB vorstellt. Der Theil e, welcher die Lade genannt wird, besteht aus drei parallelen, am obern Ende zugeschärften Brettchen (Messern) von hartem Holze, welche in den Ständern a, c befestigt sind. b ist ein schwerer Holzklotz, durch wel-

504

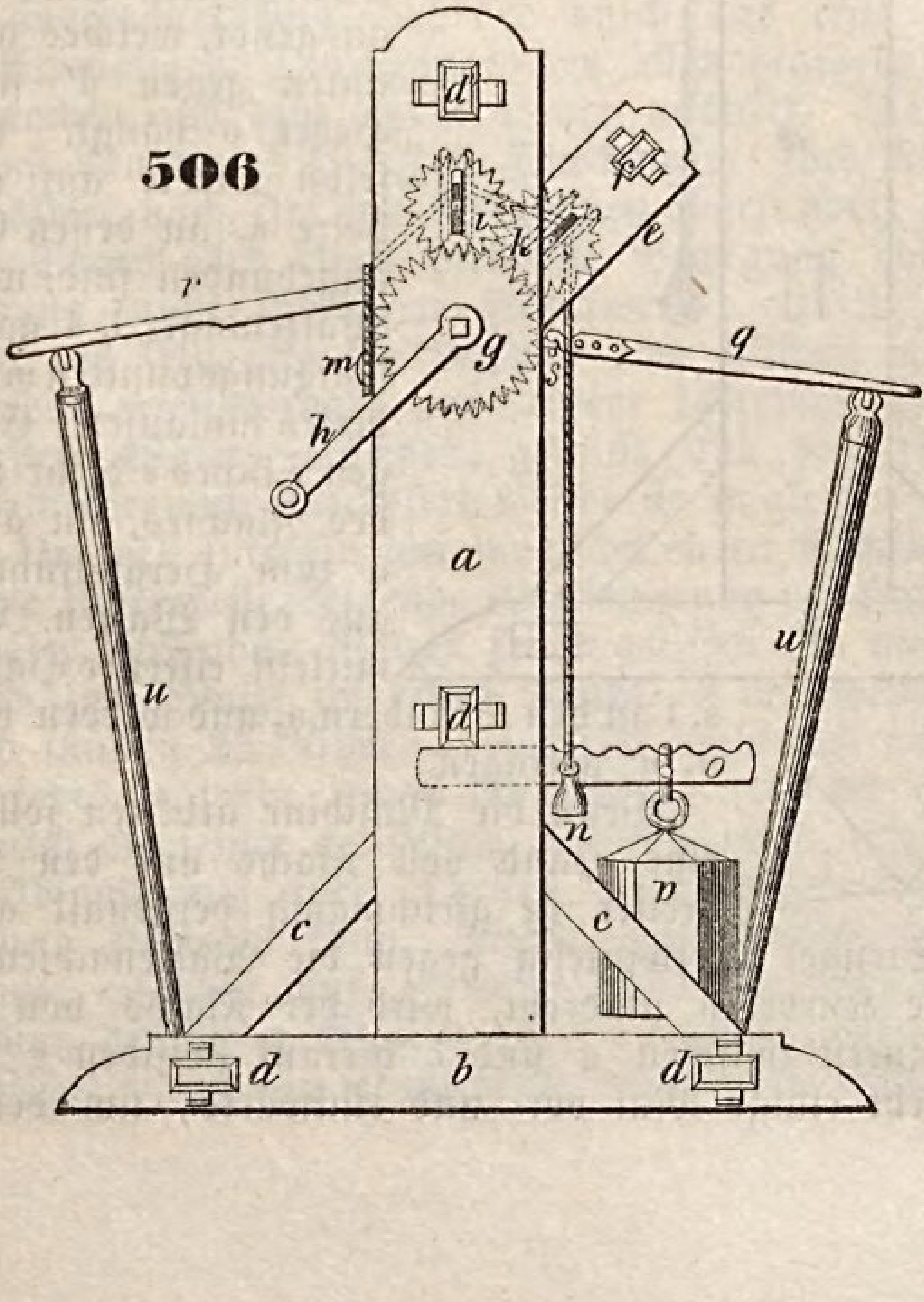


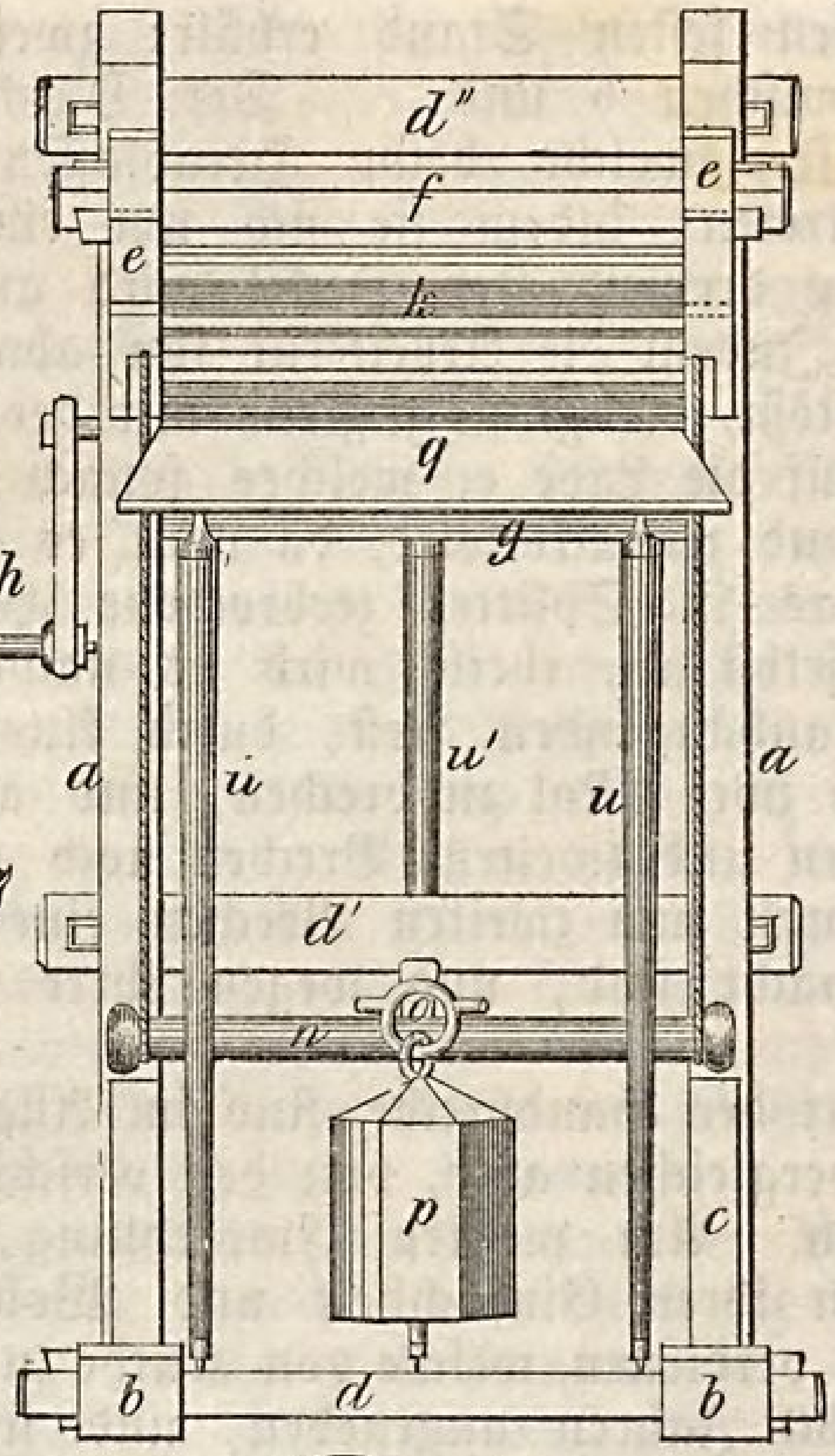
505

chen das Ganze den erforderlichen festen Stand erhält; zwei Leisten wie d dienen zur Verbindung zwischen b und c. Der Deckel oder Schlägel f enthält zwei Messer, welche beim Herablassen in die Zwischenräume der Lade e eintreten, indem sie sich um einen hölzernen oder eisernen Nagel bei g drehen. Der Deckel wird an seinem Griffe h mit der Hand regiert. Indem die Arbeiterin ihn abwechselnd aufhebt und schnell wieder niederstößt, bringt sie zugleich mit der anderen Hand ein Büschel Flachs quer auf die Lade e, welches sonach zwischen den Messern e und f gequetscht und zerknickt wird, da man es allmälig seiner Länge nach fortzieht. Das in Splitter zerbrochene Holz (die Schäbe) fällt dabei theils von selbst ab, theils wird es nachher, bis auf einen gewissen, den Fasern anhängenden Rest, durch Ausschütteln entfernt. Man pflegt den Flachs zwei Mal zu brechen, und an vielen Orten wird er zwischen dem ersten und zweiten Brechen noch ein Mal gedörrt. Nicht selten gebraucht man zum zweiten Brechen eine Breche, deren Messer von Eisenblech gemacht sind, und wegen ihrer geringen Dicke schärfer angreifen.

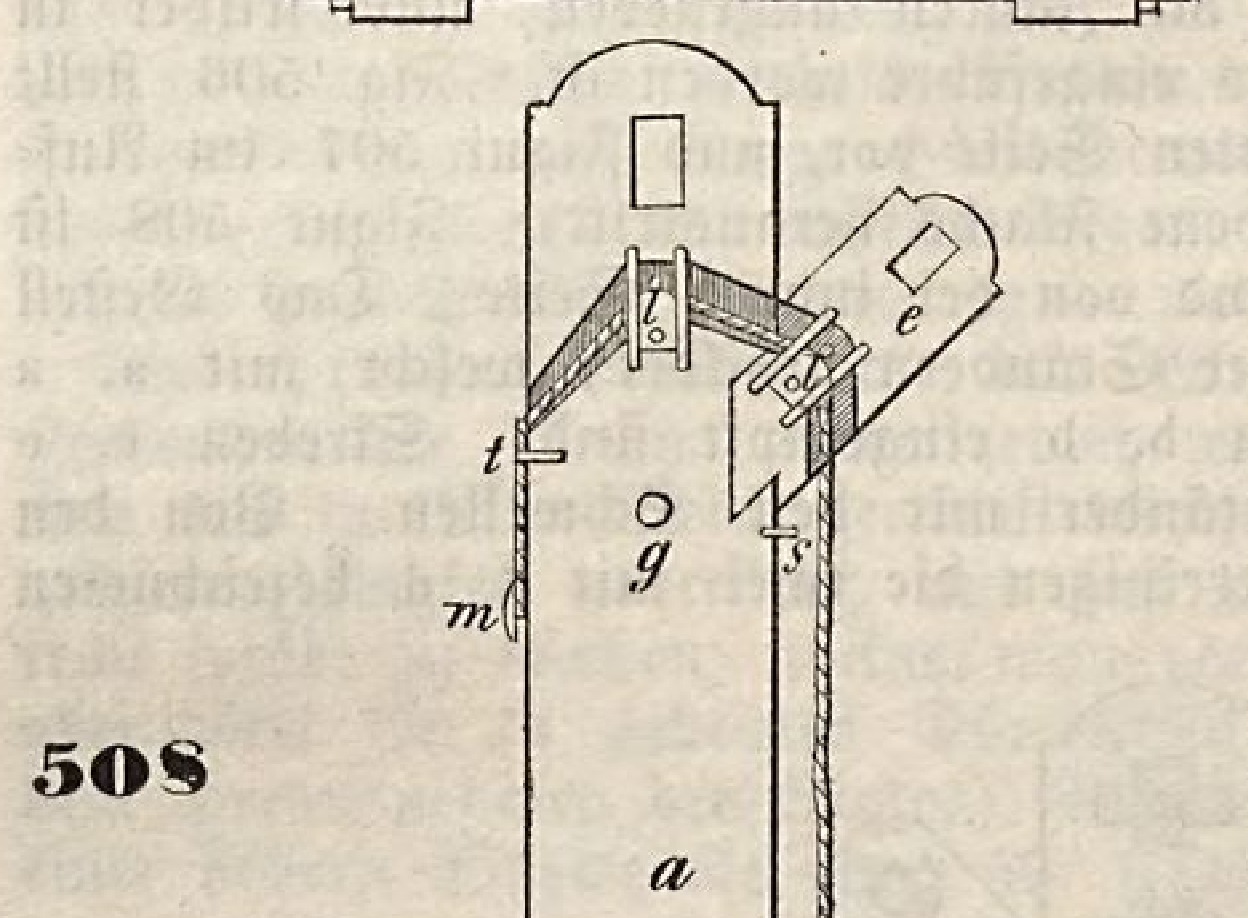
Flachsbrechmaschinen, statt der Handbreche, sind im Allgemeinen wenig im Gebrauch, so viele dergleichen auch, von den verschiedensten Konstruktionen, erfunden wurden. Am meisten Empfehlung, sowohl wegen guter Wirkung, als wegen ihrer Einfachheit und Wohlfeilheit, scheint diejenige Brechmaschine zu verdienen, welche von Kuthe zu Engeln bei Magdeburg schon vor etwa 30 Jahren angegeben, und seither in mehreren Gegenden Deutschlands eingeführt worden ist. Fig. 506 stellt dieselbe im Aufrisse von der rechten Seite vor, und Figur 507 im Aufrisse von hinten (wo der gebrochene Flachs heraustritt). Figur 508 ist die Ansicht der einen Gestellswand von der innern Seite. Das Gestell ist aus zwei solchen Wänden oder Ständern gebildet, welche mit a, a bezeichnet und in die Schwellen b, b eingezapft sind. Streben c, c verbinden noch überdies die Ständer mit den Schwellen. Von den vorhandenen vier Querriegeln vereinigen die zwei mit d, d bezeichneten

506

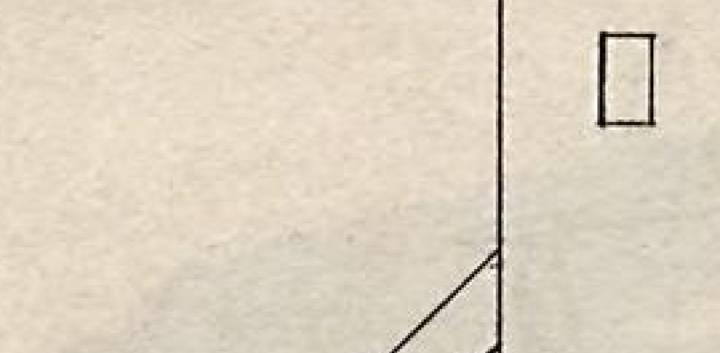




507



508



509

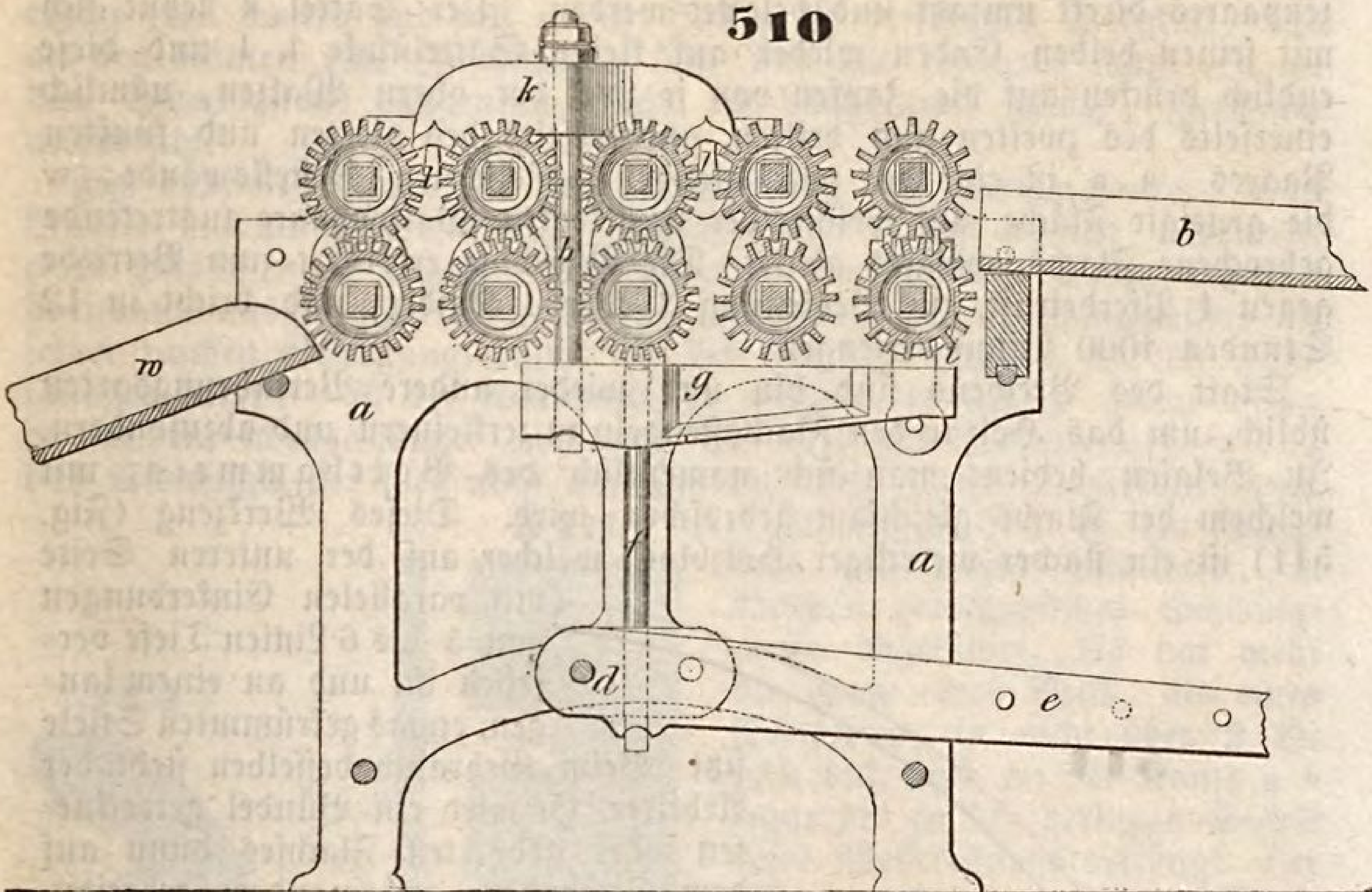
die Schwellen b, b mit einander; die beiden andern dagegen, d' und d'', die Ständer a, a. In jeden Ständer ist ein schräger Arm e eingezapft, und ein Riegel f verbindet auch diese beiden Arme mit einander. g, i, k sind drei Walzen von hartem Holze, und mit eisernen Zapfen versehen; ihr Umkreis ist rundum mit dreieckigen graden Längenfurchen und Rippen versehen, s. Figur 509. Wenn die große Walze g mittelst ihrer Kurbel h umgedreht wird, so greift sie mit ihren Furchen und Rippen in jene der beiden anderen Zylinder ein, und versetzt also auch diese in Umdrehung. Die Zapfen von g liegen in runden Löchern der Gestellswände (s. eins derselben bei g in Figur 508); die beiden andern Walzen hingegen haben verschiebbare Lager (wie l, l, Figur 508), nämlich i in den Ständern a, und k in den Armen e, e, weil diese Walzen, wenn zwischen ihnen und g der Flachs durchgeht, die Fähigkeit haben müssen, sich zu heben. Der aber dabei fortwährend nöthige Druck wird mittelst eines Gewichtes p ausgeübt, welches an einem von unten gegen d' sich stützenden Hebel o hängt. Letzterer liegt selbst wieder auf einem Querholze n, an dessen Enden Stricke angebunden sind, welche über die Walzenlager l, l nach ihren Befestigungspunkten m an den Ständern a hinlaufen. Eine Art schrägen Tisches r dient zum Vorlegen des Flachses, ein ähnlicher Tisch q zum Herausführen desselben aus den Walzen. Beide hängen mittelst eiserner Haken in Ringen s, t an den Ständern a, und werden von Stützen u, u, u' getragen.

Wenn die Maschine arbeiten soll, so legt man eine Hand voll Flachs auf den Tisch r, und breitet sie gleichmäßig dergestalt aus, daß die Richtung der Stengel rechtwinkelig gegen die Walzenachsen ist. Indem man sodann die Kurbel h umdreht, wird der Flachs von den Walzen hineingezogen, zuerst zwischen g und i, hierauf zwischen g und k gebrochen. Man dreht einige Mal vor- und rückwärts, um den Flachs hin

und her gehen zu lassen, und läßt ihn endlich auf den Tisch q heraustreten. Die Schäbe fällt in sehr kleinen Theilen ab, der Bast wird weniger beschädigt, als es gewöhnlich auf der Handbreche der Fall ist, und wenn man den ein Mal gebrochenen Flachs über die Spitzen einer groben Hechel zieht, ihn dann ein Paar Tage in den Keller legt, und endlich wieder auf der Maschine bearbeitet, so erlangt derselbe eine vorzügliche Weichheit.

Eine neuere englische, für Flachsbereitungsanstalten nach großem Maßstabe geeignete Brechmaschine zeigt Fig. 510 im senkrechten Durchschnitte.

510

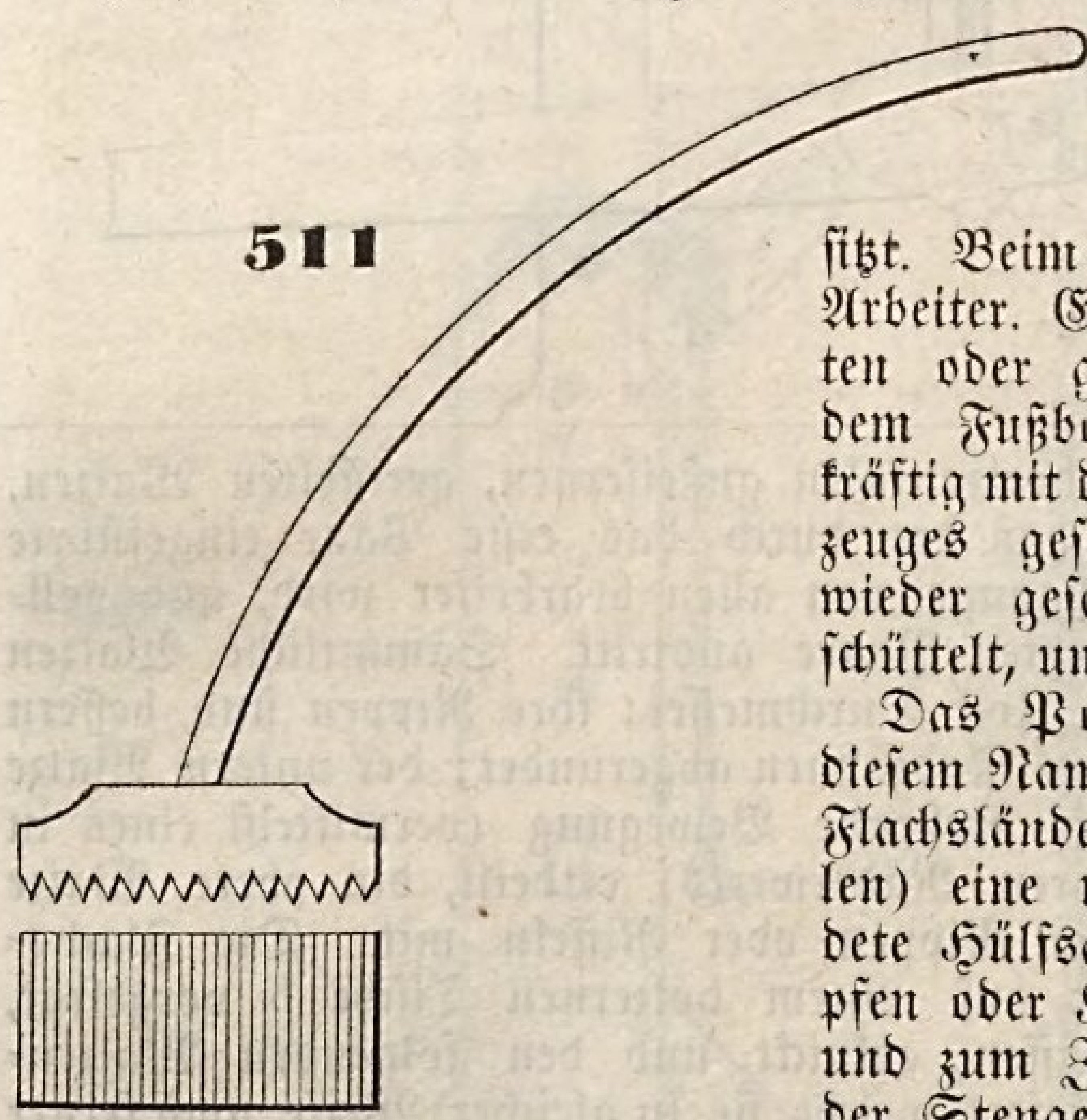


Sie besteht aus fünf Paar horizontalen gußeisernen, geriffelten Walzen, welche so angeordnet sind, daß der durch das erste Paar eingeführte Flachs in Einmaligem Durchgange von allen bearbeitet wird, und vollständig gebrochen aus dem letzten Paare austritt. Sämmtliche Walzen haben 2 Fuß Länge und 7½ Zoll Durchmesser; ihre Rippen sind, bessern Eingriffs halber, nach Art von Radzähnen abgerundet; der untern Walze eines jeden Paars wird direkt drehende Bewegung (vermittelst eines in der Abbildung nicht sichtbaren Räderwerks) ertheilt, die obere Walze geht zufolge des Eingriffs der Rippen oder Riffeln mit. Die Flachsstengel werden wohlgeordnet auf einem hölzernen Tische b vorgelegt, von den ersten Walzen ergriffen, geknickt und den folgenden Walzenpaaren der Reihe nach überliefert, welche sie in gleicher Weise noch ferner bearbeiten. Um dies successiv auf möglichst vielen Punkten zu bewerkstelligen und eine stufenweise steigende Verkleinerung der Holztheile zu erzielen, sind die später wirkenden Walzen feiner geriffelt als die vorausgehenden; es hat z. B. jede Walze im ersten Paare 14, im zweiten 18, im dritten, vierten und fünften 25 Rippen. Zugleich dreht sich das erste Paar am schnellsten, jedes folgende etwas langsamer, weil der Flachs beim Fortschreiten durch die feiner geriffelten Zylinder mehr Knickungen empfängt und nach Absonderung eines Theiles seiner Holzsubstanz auch tiefer in die Riffelung eintreten kann, mithin eine gewisse Verzögerung seiner Fortbewegung erfahren muß, wenn er nicht abgerissen werden soll. Zur Niederhaltung der obern Walzen auf die untern dienen Gewichte, welche auf zwei Hebel wie e (an jedem Ende der Walzen Einer) gesteckt werden.

In der Nähe des Drehungspunktes d ist jeder der Hebel geschlitzt, um ein unten Tförmig gestaltetes Eisen f aufzunehmen, welches mit seinem obern (gleichfalls Tförmigen) Ende auf den Balken G sich auflegt, und diesen herunter zu ziehen sich bestrebt. Dieser Balken hat zur Aufnahme des Eisens f, so wie noch zweier anderer Eisen h und i, ebenfalls Schlitze. Während nun ferner das Eisen h oben mit Schraubengewinde und Mutter versehen ist und hierdurch mit einem Sattel k zusammenhängt, ist dagegen das Eisen i aus mehreren Theilen zusammengesetzt, durch deren Verbindung die Zapfen der oberen Walze des ersten Walzenpaares direkt umfaßt und belastet werden. Der Sattel k lehnt sich mit seinen beiden Enden wieder auf kleine Sattelstücke l, l und diese endlich drücken auf die Zapfen von je zwei der obern Walzen, nämlich einerseits des zweiten und dritten, andererseits des vierten und fünften Paares. a a ist eine der zwei gleichen gußeisernen Gestellswände; w die geneigte Fläche, auf welcher der vom letzten Walzenpaare austretende gebrochene Flachs abwärts gleitet. Die Maschine erfordert zum Betriebe gegen 1 Pferdekraft, zur Bedienung 3 oder 4 Kinder, und bricht in 12 Stunden 4000 Pfund Stengel.

Statt des Brechens sind hin und wieder andere Verfahrungsarten üblich, um das Holz in den Flachsstengeln zu zerkleinern und abzusondern. In Belgien bedient man sich namentlich des **Botthammers**, mit welchem der Flachs gleichsam gedroschen wird. Dieses Werkzeug (Fig. 511) ist ein flacher viereckiger Holzblock, welcher auf der unteren Seite mit parallelen Einkerbungen von 5 bis 6 Linien Tiefe versehen ist, und an einem langen, etwas gekrümmten Stiele sitzt. Beim Gebrauch desselben steht der Arbeiter. Es wird ein Bündel getrockneten oder gedörrten Flachses dünn auf dem Fußboden auseinander gebreitet, kräftig mit der gekerbten Fläche des Werkzeuges geschlagen, dann umgewendet, wieder geschlagen und endlich ausgeschüttelt, um die Schäbe zu entfernen.

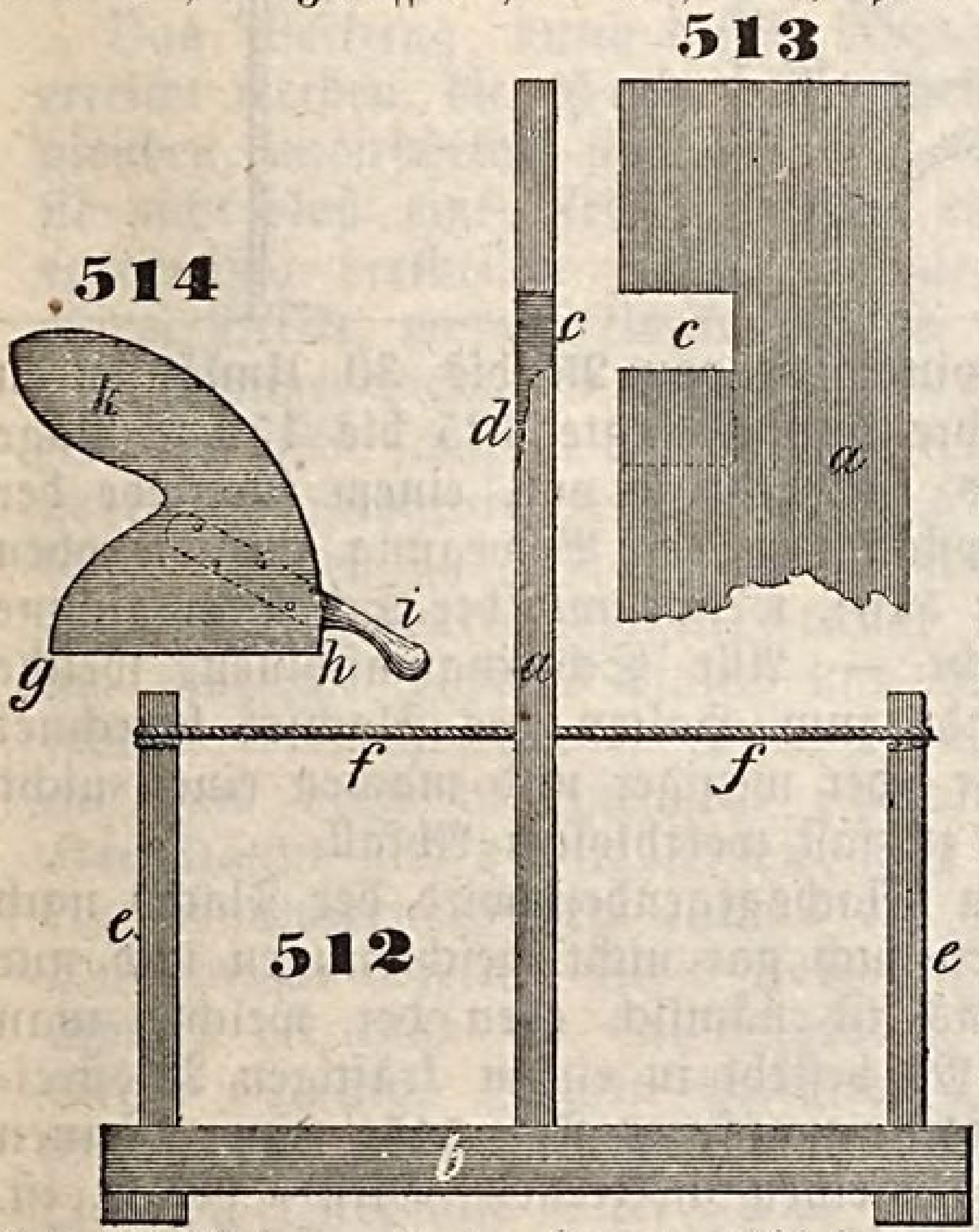
511



Das **Poken** oder **Boken**. — Mit diesem Namen bezeichnet man in einigen Flachsländern (insbesondere Westphalen) eine nebst dem Brechen angewendete Hülfsarbeit, welche in einem Stampfen oder Klopfen des Flachses besteht, und zum Zwecke hat, den holzigen Kern der Stengel zu zerquetschen, ohne dabei die Bastfasern der Gefahr des Zerreißens auszusetzen, welcher sie beim Brechen stets mehr oder weniger unterliegen. Man verrichtet das Pocken theils vor, theils nach dem Brechen, und bedient sich dazu einer vom Wasser bewegten Stampfmühle (**Pokmühle**) oder hölzerner, 3 bis 4 Pfund schwerer, Handschlägel (**Bläuel**); im letzteren Falle wird die Arbeit auch **Klopfen** oder **Bläueln** genannt. In der Pokmühle wird der Flachs auf einen glatten Stein gelegt, auf welchen die von einer Daumenwelle gehobenen Stampfer herabfallen; beim Klopfen aus freier Hand dient ein grade abgesägter Holzklotz als Unterlage. Der Flachs gewinnt durch das Poken bemerkenswerth an Weichheit; und in so fern dasselbe dem Brechen vorausgeht, wird dadurch die letztere Arbeit sehr erleichtert.

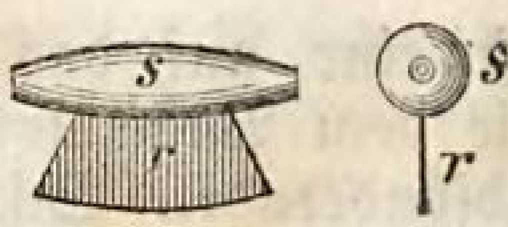
Das **Schwingen** ist eine auf das Brechen folgende Behandlung des Flachses, wodurch die dem Baste noch etwas fest anhängenden, beim Ausschütteln sich nicht absondernden Schäbetheile entfernt werden. Der hierzu dienende Apparat besteht aus zwei Theilen, nämlich dem **Schwingstock** und der **Schwinge** (dem **Schwingmesser**). Der erstere ist ein aufrecht stehendes Brett mit einem Ausschnitte an der Seite, worein man eine Handvoll Flachs dergestalt legt, daß sie längs der vordern Fläche des Brettes herabhängt, während sie hinter demselben festgehalten wird. Die Schwinge ist ein schwertförmiges, 1½ bis 2 Fuß langes, einige Zoll breites und mit einem Handgriffe versehenes Holzstück, das an den Kanten eine Zuschärfung hat, und mit welchem man den an dem Schwingstocke hängenden Flachs der Länge nach schlägt, gleichsam ausstreicht.

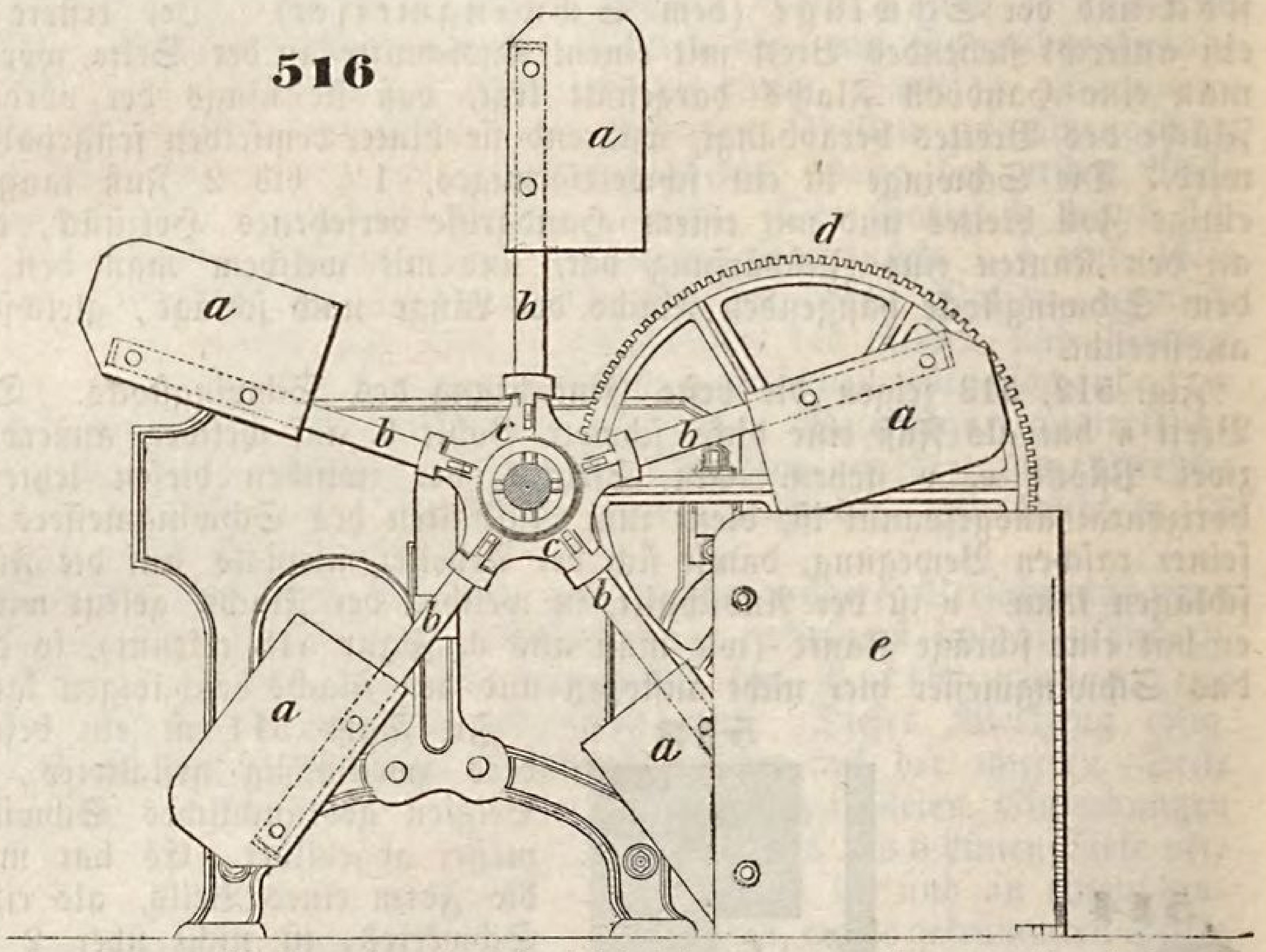
Fig. 512, 513 zeigen die beste Einrichtung des Schwingstocks. Das Brett a hat als Fuß eine dicke, schwere Bohle b, auf welcher außerdem zwei Pflöcke e, e stehen. Ein Strick f, der zwischen diesen letzteren horizontal ausgespannt ist, dient zum Aufhalten des Schwingmessers in seiner raschen Bewegung, damit sich der Arbeiter niemals auf die Füße schlagen kann. c ist der Ausschnitt, in welchen der Flachs gelegt wird; er hat eine schräge Kante (wie man aus d, Figur 512 erkennt), so daß das Schwingmesser hier nicht anstoßen und den Flachs beschädigen kann.



In Figur 514 ist ein besonders zweckmäßig gestaltetes, in Belgien gebräuchliches Schwingmesser abgebildet. Es hat mehr die Form eines Beils, als eines Schwertes, ist nicht über 2 Linien dick, und an der Kante g h sogar bis zu der geringen Stärke eines Messerrückens verjüngt. Der Flügel k trägt dazu bei, das Werkzeug in gerader Richtung zu erhalten, und vermehrt die Kraft des Schlages. Der kurze flache Griff i wird auf jener Fläche des Blattes, welche bei der Arbeit nicht dem Schwingstocke zugekehrt ist, aufgeleimt und überdies mittelst einiger hölzerner Stifte befestigt.

Zum Schwingen hat man nicht minder, als zum Brechen des Flachses, Maschinen. Unter den verschiedenartigen Konstruktionen derselben hat sich diejenige besonders bewährt, welche der eben beschriebenen Vorrichtung zum Schwingen aus freier Hand möglichst treu nachgebildet ist, und dem zufolge auch das Verdienst der Einfachheit für sich hat. Eine solche Schwingmaschine, Figur 516, erfordert zum Halten und Regieren des Flachses eine Person gerade wie die Handschwingerei; nur wird das Schwingmesser durch Elementarkraft in Betrieb gesetzt. e ist das Schwingbrett (von Gußeisen) über dessen obere, abgeschärfte Kante der Flachs gehangen und gehalten wird; a, a, a, a, a sind fünf von Blech gemachte Schwingmesser, welche nach einander nahe an jener Kante von e von oben nach unten vorbeigehen; b, b die schmiedeisernen Arme oder Stiele dieser Messer, womit dieselben an dem gußeisernen Kranze c c einer horizontalen Welle befestigt sind. Der Welle wird durch eine an ihr

515


516


sitzende Riemenscheibe eine Geschwindigkeit von 25 bis 30 Umläufen in der Minute ertheilt, so daß während 1 Minute 125 bis 150 Schläge auf den Flachs geschehen. Das Stirnrad d, von einem Getriebe der Welle umgedreht, dient zur Fortpflanzung der Bewegung auf die oben beschriebene Brechmaschine (Figur 510), welche mit der Schwingmaschine in unmittelbarer Verbindung steht. — Alle Schwingmaschinen, welche auf Ersparung der Menschenhände zum Halten des Flachses berechnet sind, zerschlagen den Letztern mehr oder weniger und machen einen nicht unbeträchtlichen Theil der Fasern zu fast werthlosem Abfall.

Das Ribben. — In einigen Flachsgegenden wird der Flachs nach dem Schwingen noch geribbt, oder auch gar nicht geschwungen und nur geribbt. Der Zweck des Ribbens ist nämlich eben der, welchen man beim Schwingen im Auge hat. Es besteht in einem kräftigen Ausstreichen des Flachses mittelst des Ribbemessers Fig. 515, einer dünnen Klinge r von Eisenblech, welche in einen hölzernen Griff s gefaßt ist. Die Arbeiterin sitzt bei diesem Geschäfte, hält eine Handvoll Flachs (eine Riste) in der Linken, breitet dieselbe flach auf einem Stücke dicken Leders aus, welches ihr im Schooße liegt und führt mit der Rechten das Messer.

Durch die Arbeiten des Brechens, Pokens, Schwingens und Ribbens werden fast alle Holztheile aus dem Baste des Flachses entfernt, und die Fasern des letztern schon in einem gewissen Grade zertheilt oder gespalten. Der Abfall, den jene Operationen liefern, besteht indessen nicht allein aus Schäbe, sondern auch aus einer kleinen Menge Fasern, welche abgerissen werden und sich mit der Schäbe vermengen. Diese Fasern bilden die gröbste Sorte von Werg, welche nur zu den geringsten Gattungen Seilerarbeit u. dgl. tauglich ist. Die Ausbeute an gereinigtem, zum Hecheln fertigen Flachse aus einer bestimmten Menge gerotteter

Stengel ist sehr verschieden, je nach Beschaffenheit des Materials, und der mehr oder weniger sorgfältigen Bearbeitung desselben. Durchschnittlich kann man annehmen, daß 100 Pfund gerotteten und gedörrten Flachses nach dem Brechen noch 45 bis 48 Pfund wiegen, und durch das Schwingen (oder Ribben) ferner ihr Gewicht auf 15 bis 25 Pfund vermindern, ungerechnet 8 bis 10 Pfund Schwingwerg.

Das Hecheln. Selbst durch das sorgsamste Schwingen oder Ribben kann der Flachs nicht in dem Zustande dargestellt werden, welcher zum Spinnen erforderlich ist. Einerseits bleiben nämlich noch einige Ueberreste der Schäbe, d. h. zarte Holz- und Rindentheile, an den Fasern dergestalt fest hängen, daß sie nur einer eindringenden, jede Faser einzeln in Anspruch nehmenden Bearbeitung weichen; andererseits ist der Bast selbst noch nicht völlig in seine Fasern zertheilt oder gespalten, und es sind viele kurze Fasern mit den langen vermengt, so wie auch manche Fasern gekrümmt und verwirrt liegen. Das Hecheln soll alle diese Unvollkommenheiten heben; es ist demnach dabei auf die Erreichung eines vierfachen Zweckes abgesehen: 1) auf die Entfernung noch vorhandener Schäbetheilchen; 2) auf die Spaltung des Bastes in seine einzelnen, bisher großentheils noch bandartig vereinigten Fasern; 3) auf die Absonderung der zu kurzen Fasern; endlich 4) auf die völlige Gerade- und Parallel-Legung der übrig bleibenden langen Fasern.

Das Werkzeug, durch dessen Anwendung alle diese Zwecke gleichzeitig erreicht werden, die Hechel, ist einem Kamme in der Wirkung zu vergleichen, unterscheidet sich aber von einem solchen wesentlich dadurch, daß sie nicht bloß eine Reihe, sondern eine große Anzahl auf einer Fläche regelmäßig vertheilter Zähne enthält. Die Hechel besteht nämlich aus einem Brette, worauf ein kreisrunder oder länglich viereckiger Raum mehr oder weniger dicht mit senkrecht stehenden gröberen oder feineren, jederzeit aber sehr scharfen Metallspitzen besetzt ist. Bei den runden Hecheln stehen die Zähne in konzentrischen Kreislinien, sind ungefähr 1½ Zoll lang, $^1/_{12}$ bis $^1/_{10}$ Zoll dick und aus runden, oben zugespitzten Drahtstiften gebildet; bei den viereckigen beträgt die Länge 3 bis 6 Zoll, ihre Dicke am Fußende 1 bis 3 Linien und hierbei verjüngt sich jeder Zahn mit seinem kreisrunden oder rautenförmigen Querschnitte gleich von unten auf, um oben in eine sehr schlanke Spitze auszulaufen. Die besten Hechelzähne sind die stählernen; sehr gewöhnlich sind aber auch eiserne. An den runden Hecheln enthält der mit Zähnen besetzte Raum bei einem Durchmesser von 5½ bis 6 Zoll (also 24 bis 28 Quadratzoll Flächeninhalt) oft 500 bis 1100 Zähne, also 18 bis 45 auf 1 Quadratzoll. Grobe viereckige Hecheln enthalten z. B. auf 9 Zoll Länge und 4 Zoll Breite 127 Zähne, feine auf 7 Zoll Länge und 2¼ Zoll Breite 599 Zähne; erstere also kaum etwas über 3, letztere dagegen 38 Zähne auf 1 Quadratzoll. Hierdurch erhält man einen Begriff von der höchst verschiedenen Feinheit der Hecheln, d. h. von dem mehr oder weniger dichten Stande der Zähne, welche letzteren zugleich desto dünner und kürzer sind, je gedrängter sie stehen. Im Uebrigen ist die Gestalt der Hecheln allgemein bekannt. Das Verfahren beim Gebrauch derselben besteht darin, daß man eine Riste des durch Ribben oder Schwingen gehörig vorbereiteten Flachses nahe an der Mitte mit der Hand umfaßt, den kleineren Theil ihrer Länge um die Finger wickelt, den größeren Theil dagegen fächerartig ausgebreitet auf die Spitzen der Hechel wirft und vorsichtig zu wiederholten Malen darüber hinzieht, wobei man ihn nur allmälig tiefer zwischen dieselben eindringen läßt, um so wenig Fasern abzureißen als möglich. Nachher wird das andere Ende der Riste auf gleiche Weise behandelt. Die kurzen und verwirrten, anfangs mehr, später wenig und

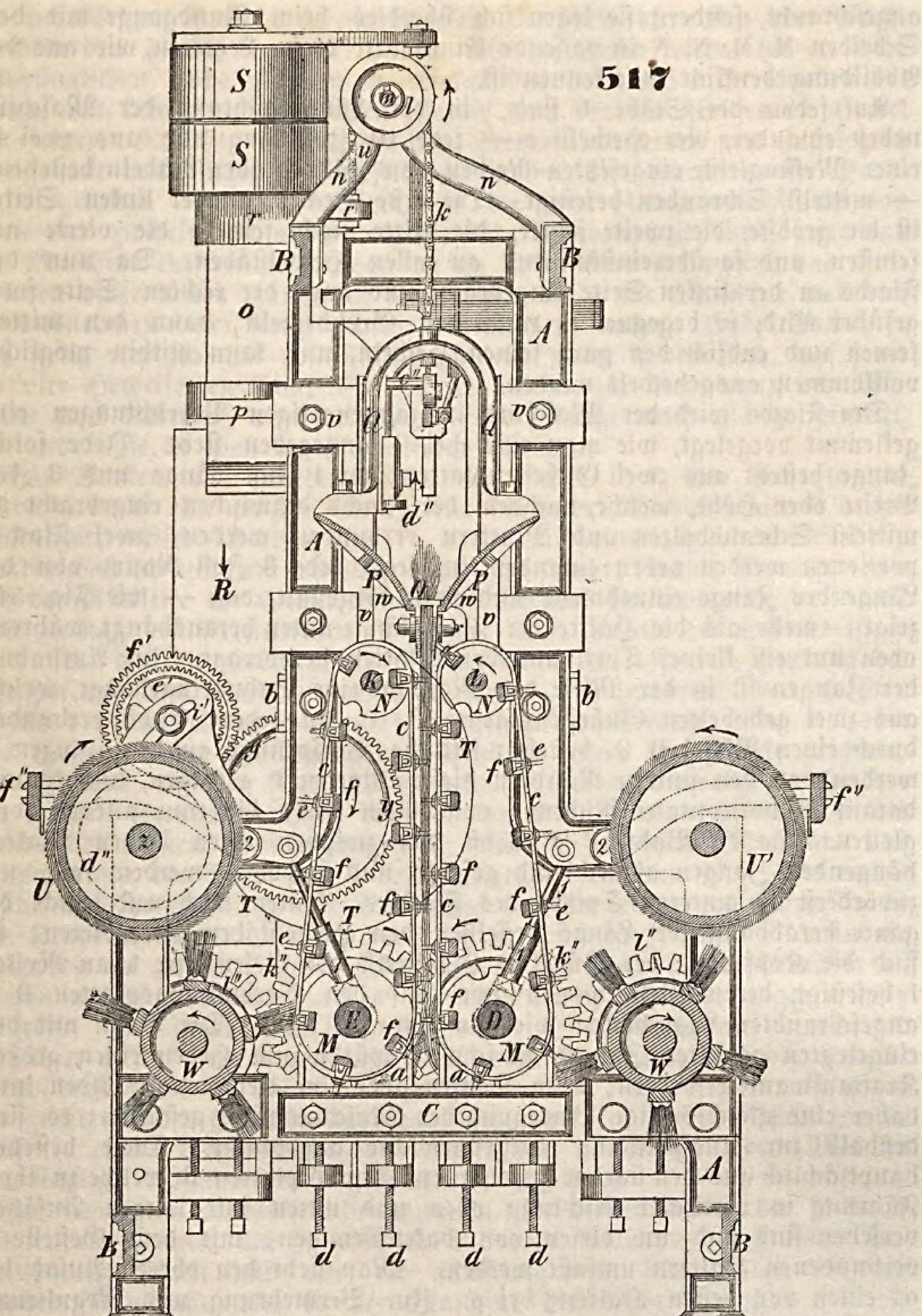
zuletzt fast gar nicht mit Schäbetheilchen verunreinigten Fasern, welche in der Hechel zurückbleiben, bilden das, was man Werg oder Hede nennt, und werden von Zeit zu Zeit weggenommen. Man verrichtet das Hecheln wenigstens zwei Mal, indem man mit einer groben Hechel anfängt und mit einer feinen schließt; oft aber geschieht es auf drei oder vier Hecheln von stufenweise größerer Feinheit nach einander. Je weiter man das Aushecheln treibt, desto reiner, feiner und zarter, also geeigneter zu feinen Gespinnsten wird das Material, aber desto mehr verringert sich dessen Menge. Jedoch existirt in beiden Hinsichten für jede bestimmte Flachssorte eine Grenze, über welche hinaus, bei noch länger fortgesetztem Hecheln weder der Flachs feiner wird, noch sich ferner (vorsichtige und geschickte Arbeit vorausgesetzt) Werg absondert.

An sorgfältig geschwungenem oder geribbtem Flachse erleidet man selten mehr als 1 Prozent des Gewichtes Verlust, welcher zum Theil aus lose abfallender Schäbe und zum Theil aus Staub besteht; der gehechelte Flachs und das Werg zusammengenommen wiegen also 99 Prozent, wovon 50 bis 80 Flachs sind, je nachdem das Hecheln mehr oder weniger weit getrieben, mit mehr oder weniger Geschicklichkeit und Sorgfalt ausgeführt worden ist. Berücksichtigt man den Gewichtverlust beim Brechen und Schwingen, so ergibt sich, daß von 100 Pfund gerotteter und gedörrter Stengel im Durchschnitte nicht mehr als etwa 10 Pfund gehechelten Flachses gewonnen werden.

Hechelmaschinen sind neuerlich, besonders in England, vielfältig ausgeführt worden, und es war natürlich, daß man auf die Konstruktion solcher Maschinen das Augenmerk richtete, nachdem die große Vervollkommnung und Ausdehnung der mechanischen Flachsspinnerei dringend dazu auffordern mußte, auch die nach der gewöhnlichen Methode sehr viel Hände in Anspruch nehmende, folglich sehr kostspielige Arbeit des Hechelns durch Maschinerie verrichten zu lassen. Indessen scheint es nicht, daß das Problem, Hechelmaschinen zu bauen, welche den Flachs völlig so rein und zugleich ohne größern Wergabfall hecheln können, als dieß mit guten und zweckmäßig angewendeten Handhecheln geschieht, jetzt schon wirklich gelöst sei. Je länger der Flachs ist, desto mehr wächst die Schwierigkeit des Hechelns auf Maschinen. Selbst in englischen Spinnereien wird noch zum Theile mit der Hand gehechelt. Alle Hechelmaschinen haben das mit einander gemein, daß nicht (wie bei der Handarbeit) der Flachs über die Hecheln gezogen, sondern umgekehrt ein System von Hecheln durch die aufgehangenen oder sonst zweckmäßig dargebotenen Flachsristen hindurchbewegt wird: sei es, daß diese Hecheln auf der Mantelfläche einer Trommel angebracht, durch drehende Bewegung dieser Letztern wirken; oder daß sie in gerader Linie von oben nach unten den Flachs bestreichen. Wir müssen uns hier darauf beschränken, als Beispiel einer Hechelmaschine diejenige von Taylor, Wordsworth u. Komp. in Leeds etwas näher zu betrachten, welche für eine der besten gilt. Fig. 517 ist davon ein senkrechter Querdurchschnitt.

Das Gerüst der Maschine besteht aus zwei gleichen gußeisernen Seitentheilen, wie das eine bei A A A in unserer Abbildung sichtbare, welche oben und unten durch gußeiserne Plattenstücke B verbunden sind. Auf den die Füße der Seitentheile A verbindenden Stegen C sind in dagegen angeschraubten Lagern a zwei mit einander parallele Wellen D und E eingelegt, von welchen Erstere zugleich als Betriebswelle dient, indem sie die hierzu nöthige Riemenscheibe trägt. Die Mittheilung der Bewegung von D an E geschieht durch zwei auf den Wellen angebrachte (in der Figur nicht sichtbare) Stirnräder von gleicher Zähneanzahl. Weiter oben im Gestelle sind in gegen die Seitenwände A verschraubte Lager-

517



platten b b zwei andere Wellen K und L, mit D und E parallel, eingelegt. Zur Uebertragung der Bewegung von D und E an K und L dienen breite Riemen ohne Ende c c, c c, welche, an beiden Enden der Wellen übereinstimmend, über deren Scheiben M, M und N, N geschlagen sind und durch Stellschrauben d im Fuße der Lager a gehörig gespannt werden. Da die Hauptbestimmung dieser Riemen die Auf- und Mitnahme der mit den Hecheln e besetzten Stäbe f ist, die Spannung allein aber (wegen des Widerstandes, den die Hecheln im Flachse finden) nicht zureichend sein würde, sie gleichmäßig mitzunehmen; so sind die schmiedeisernen, auf ihrer Rückseite etwas abgerundeten Hechelstäbe nicht nur mit ihren gekröpften Enden gegen die inneren Flächen der Riemen

angeschraubt, sondern sie legen sich überdies beim Rundgange mit den Scheiben M, M, N, N in passende Einschnitte dieser Letzteren, wie aus der Abbildung deutlich zu erkennen ist.

Auf jedem der Stäbe f sind, in der Längenrichtung der Maschine neben einander, vier Hecheln e — jede 10 Zoll lang und aus zwei in einer Messingleiste eingesetzten Reihen von Zähnen oder Nadeln bestehend — mittelst Schrauben befestigt. Die erste Hechel (an der linken Seite) ist die gröbste, die zweite feiner, die dritte noch feiner, die vierte am feinsten, und so übereinstimmend an allen Hechelstäben. Da nun der Flachs an der linken Seite eingebracht und nach der rechten Seite fortgeführt wird, so begegnet er zuerst den Grobhecheln, dann den mittelfeinen und endlich den ganz feinen Hecheln, und kann mithin möglichst vollkommen ausgehechelt werden.

Der Flachs wird der Maschine in zangenartigen Vorrichtungen eingeklemmt vorgelegt, wie man eine bei O angegeben sieht. Jede solche Zange besteht aus zwei Gußeisenplatten von 1 Fuß Länge und 3 Zoll Breite oder Höhe, welche, nachdem der Flachs dazwischen eingebracht ist, mittelst Schraubbolzen und Muttern verbunden werden; zwei Flachsportionen werden neben einander eingelegt, jede 3 Zoll Raum von der Länge der Zange einnehmend und zwar dergestalt, daß — wie Fig. 517 zeigt — mehr als die Hälfte der Flachslänge unten heraushängt, während oben nur ein kleiner Theil aus den Platten hervorragt. Zur Aufnahme der Zangen ist in der Mitte der Maschine eine Bahn eingehängt, welche aus zwei gehobelten Gußeisenplatten P, P, an jedem Ende verbunden durch einen Bügel Q Q, besteht; seitliche Vorsprünge an den Zangen O werden von den untern Rändern dieser Platten P getragen, und können darauf in horizontaler Richtung von einem Ende bis zum andern fortgleiten. Da die Bahn P P nebst den zwischen ihren beiden Platten hängenden Zangen abwechselnd gesenkt und gehoben werden soll, um zuvörderst die unteren Spitzen des Flachses, später nach und nach die ganze herabhängende Länge desselben den Hechelstäben darzubieten, so sind die Kopfenden der Bügel Q Q mittelst der Gelenkkette k an Rollen l befestigt, deren Welle m von zwei auf den Verbindungsplatten B B angeschraubten Lagerböcken wie n n getragen wird. Die Bahn mit den eingelegten gefüllten Zangen ist schwer, würde zum Heben einen großen Kraftaufwand erfordern, beim Senken aber eine Ueberwucht bilden, und daher eine gleichförmige Bewegung der Maschine nicht gestatten; es sind deßhalb zur Ausgleichung Gegengewichte angebracht. Diese bestehen hauptsächlich aus den starken gußeisernen Gewichtplatten R, welche zu ihrer Führung in vertikaler Richtung oben und unten mit langen Ansätzen versehen sind und an diesen von hakenförmigen, mit dem Gestelle A verbundenen Haltern umfaßt werden. Man sieht den oberen Ansatz bei o, einen von dessen Haltern bei p. Zur Vermehrung und Regulirung des Gegengewichts dienen die oben auf den Ansätzen o und zwar auf der damit verbundenen Winkelplatte r r angebrachten, nach Bedürfniß auszuwechselnden, zylindrischen Gußeisenstöcke S, S. Die Verbindung des Gegengewichtes R S S mit der Welle m ist vermittelst einer Gelenkkette u hergestellt, welche einerseits an der Winkelplatte r r, andererseits an einer (durch l verdeckten) Scheibe jener Welle ihre Befestigung hat. Endlich sind zur Führung der Bahn P P bei ihrem Auf- und Niedersteigen an dieser die Ansätze w, w vorhanden, welche zwischen den am Gestelle A festgeschraubten Leitstücken v, v gehen.

Wie bereits bemerkt, wird die Bahn P mit den Zangen gesenkt, um zuerst die Spitzen und nach und nach die ganze Länge der Flachsfasern (so weit sie aus den Zangen nach unten hervorragt) der Einwirkung

der zugehörigen Hecheln zu unterwerfen. Nachdem die ersten oder Grob-Hecheln den Flachs bearbeitet haben, und die Bahn wieder bis zu ihrer ursprünglichen Höhe gehoben ist, erfolgt das horizontale Verschieben der Zange mit dem eben gehechelten Flachse nach der nächstfolgenden Hechel mit feineren Nadeln, und zugleich das Hereinführen einer neu eingelegten Zange mit noch ungehecheltem Flachse, welcher nun zuerst vor die Grobhechel gelangt. So geht es fort, bis die erste Zange voll Flachs von allen vier Hecheln sämmtlicher Hechelstäbe bearbeitet ist, und ganz aus der Maschine entfernt wird; von da an findet stets gleichzeitig das Einschieben einer neuen Zange an dem einen Ende der Maschine und das Herausnehmen einer fertig gehechelten an dem andern Ende Statt, so daß stetig vier Zangen voll Flachs zugleich unter Arbeit sind, auf jeder der vier Hechelsorten Eine. Es gehören mithin zur Bedienung der Maschine zwei Arbeiter, von welchen der eine Zange nach Zange einlegt, der andere sie in eben der Reihenfolge abnimmt.

Das Senken und Wiedererheben der Bahn P P mit den Zangen geschieht durch eine an der Einlegeseite hinter der Gewichtplatte R angebrachte exzentrische Scheibe T T T, welche mit einem gezahnten Rade y gemeinschaftlich und um dieselbe Achse sich dreht, wobei sie unter eine auf der Rückseite der Gewichtplatte R befindliche Friktionsrolle greift und diese zwingt, der Exzentrizität zu folgen. Die Gestalt der Scheibe ist so beschaffen, daß die Hebung des Gegengewichts R (also die Senkung der Zangen mit dem Flachse) langsam erfolgt und während des größten Theils der Umdrehung fortdauert, hingegen die Senkung von R (oder das Aufsteigen der Flachszangen) plötzlich in einem Augenblicke geschieht. Der Zustand, welchen Fig. 517 darstellt, ist gerade derjenige, wobei der am meisten exzentrische Theil der Scheibe T nach oben steht, also der Flachs am tiefsten herabgegangen ist, und im nächsten Momente das Emporsteigen der Bahn P mit den Zangen O eintreten muß. Die exzentrische Scheibe empfängt ihre Bewegung von der später noch anzuführenden Kratzentrommel U aus, an deren Achse z sich ein Zahnrad d'' befindet; hierzu dienen zwei auf gemeinschaftlicher Achse sitzende Zwischenräder e', f', von welchen Ersteres durch d'' getrieben wird, Letzteres hingegen in y eingreift. Je länger man den Flachs der Bearbeitung auf einer und derselben Hechel unterliegen lassen will, desto langsamer muß die Scheibe T sich drehen; es ist daher das Zwischenrad e' nach Erforderniß gegen ein größeres oder kleineres auszutauschen, und in dieser Absicht dessen Achse in einem Bogenschlitze bei i' verstellbar, damit sie jedes Mal in den richtigen Abstand von z gebracht werden kann.

Zu dem schon erwähnten horizontalen Verschieben der in der Bahn P hängenden Zangen, um sie plötzlich aus dem Bereiche der gröbern Hecheln wegzuführen und vor die nächstfolgenden feineren zu versetzen (wobei sämmtliche vier in der Maschine befindliche Zangen um die Länge einer Hechel = 10 Zoll von Links nach Rechts fortrücken) dient ein Mechanismus, welcher in unserer Figur nur zum kleinsten Theile hat dargestellt werden können, weßhalb wir dessen Erklärung unterlassen müssen. Es mag nur bemerkt werden, daß er von dem Bügel Q Q der Zangenbahn P P in Thätigkeit gesetzt wird, weil das Vorrücken der Zangen gerade in dem Augenblicke geschehen muß, wo die vermöge der exzentrischen Scheibe T T plötzlich in die Höhe gehende Bahn den höchsten Standpunkt erreicht und sich anschickt, sofort ihre niedersteigende Bewegung von Neuem anzutreten. Es ragt deßhalb von der Innenseite des Bügels Q eine Nase d'' hervor, welche bei vollendetem Aufsteigen gegen einen Auslösungsstift c'' stößt und durch eine geringe Hebung desselben ein Gewicht frei macht. Letzteres bewirkt sodann die beabsich-

tigte Verschiebung der Zangen, wofür in dem Mechanismus selbst die bestimmte Grenze vorgeschrieben ist.

Das aus dem herabhängenden Flachse ausgehechelte Werg, womit die Hecheln e sich anfüllen, wird aus denselben durch Bürstenwalzen W gelöst und auf die mit Kratzenbeschlag umkleideten Trommeln U, U′ übergeführt, von diesen aber durch Kämme f″, f″ in Gestalt loser Bänder abgenommen, endlich in vorgesetzten hölzernen Kästen aufgesammelt. Jede Trommel liefert vier Bänder, deren Breite der Länge einer einzelnen Hechel entspricht, und ist, der verschiedenen Feinheit der Hecheln angemessen, mit Drahthäkchen von viererlei Feinheit beschlagen. Die Beschaffenheit und Wirkungsweise der Trommeln mit ihren Kämmen ist genau wie jene des Abnehmers oder der kleinen Trommel an den Baumwollkratzmaschinen, weßhalb wir hierauf nur verweisen (Artikel Baumwollspinnerei, S. 123). Die Umdrehung der Bürstenwalzen W erfolgt vermittelst der auf ihren Achsen sitzenden Stirnräder l″ durch den Eingriff anderer Räder k″, welche sich an den Achsen D und E der früher erwähnten Scheiben M, M befinden. Von den Bürstenwalzen aus wird ferner durch ein Räderwerk die sehr langsame Umdrehung der Kratzentrommeln U, U′ hervorgebracht. Um die kleine auf- und niederschwingende Bewegung der Kämme f″ zu erzielen, sind diese an den längeren Armen von Hebeln befestigt, deren Drehpunkt in 2 liegt, und welche am entgegengesetzten Ende mit den Zugstangen 1, 1 zusammenhängen; diese Stangen selbst sind an sehr wenig exzentrischen Krummzapfen der Wellen D und E eingehangen, wie durch punktirte Linien genügend angedeutet wird.

Die Hechelwellen D, E und die Bürstenwalzen W, W können zweckmäßig 120 Umdrehungen in einer Minute machen, wonach also — da jede der Scheiben M, M fünf Einschnitte für Hechelstäbe enthält, in einer Minute 600 Hecheln an einem bestimmten Punkte des sich darbietenden Flachses vorübergeführt werden. Dieß ist die Arbeit an einer Seite; da aber zwei Hechelketten arbeiten, so erhebt sich die Gesammteinwirkung auf das Doppelte. Wie man aus der Abbildung sieht, sind die Hecheln der beiden kettenförmigen Systeme so angeordnet, daß sie zwischen einander oder wechselweise eintreten, mithin niemals sich begegnen können. Die Kratzentrommeln U, U′ drehen sich 4⅓ Mal in der Minute um und haben bei 9 Zoll Durchmesser (28,27 Zoll Umkreis) eine Peripheriegeschwindigkeit von 122,5 Zoll; die Kämme f″ schlagen 120 Mal während dieser Zeit, auf jeden Schlag löset sich also sehr wenig mehr als 1 Zoll Band ab (1,02 Zoll). Die exzentrischen Scheiben T machen in einer Minute 3,28 Umgänge, also in 18,29 Sekunden Einen Umgang; der letztgenannte Zeitraum ist demnach derjenige, während dessen der Flachs vor einer Hechel verweilt, so daß jede Zange voll in 73,16 Sekunden die Wirkung aller vier Gattungen der Hecheln erfährt. Wenn jedes Mal nach 18,29 Sekunden eine Zange voll Flachs fertig gehechelt aus der Maschine austritt, so werden in 10 Stunden ununterbrochenen Ganges 1968 Zangen bearbeitet; diese reduziren sich auf 984, da man zum Hecheln der zweiten halben Länge den Flachs ein zweites Mal umgekehrt einlegen muß. Betrüge nun die Füllung jeder Zange 16 Loth geschwungenen Flachses, so könnten in 10 Stunden 492 Pfund bearbeitet werden. Die wirkliche Leistung möchte, wegen unvermeidlicher Störungen, vielleicht auf die Hälfte oder etwa 250 Pfund zu veranschlagen sein.

Spinnen des Flachses. — Das Spinnen auf dem Spinnrade (die Handspinnerei) kann hier, als ein allgemein bekannter Gegenstand, füglich übergangen werden; dagegen verdient die bereits in sehr ausge-

dehnte Anwendung gekommene Maschinen-Spinnerei eine ausführliche Erörterung.

In Großbritannien wurden Versuche, den Flachs auf Maschinen zu verspinnen, bereits zu Ende des vorigen Jahrhunderts gemacht. In Frankreich strebte bekanntlich Napoleon, durch Ausschreibung des großen Preises von 1 Million Franken diesen Industriezweig zu schaffen, und obschon Niemand diesen Preis erhielt, so hatte doch die Hoffnung auf denselben viele Bemühungen hervorgerufen, worunter die der Brüder Girard, ungefähr um das Jahr 1810, mit dem meisten Erfolge gekrönt waren. Philipp Girard wurde 1815 von der österreichischen Regierung aus Paris nach Oesterreich berufen und behufs der Anlegung einer mechanischen Flachsspinnerei bedeutend unterstützt. Diese Spinnerei bestand, in der Nähe von Wien (zu Hirtenberg), mehrere Jahre, arbeitete 1819 mit 20 Feinspinnmaschinen, produzirte zwar schöne Garne, hat aber niemals günstige ökonomische Resultate geliefert, und ist später ganz eingegangen. Keinen bessern Erfolg hatten die von Anderen sowohl in Frankreich als in Oesterreich gegründeten Unternehmungen dieser Art. Die neuere vervollkommnete Flachsspinnerei mittelst Maschinen ist von Großbritannien ausgegangen, und einzelne davon unabhängige Versuche in diesem Fache, welche Deutschland und Frankreich fortwährend aufzuweisen hatten, sind daneben von keiner Bedeutung.

Die Verarbeitung des gehechelten Flachses bis zum fertigen Garne, wie sie in den mechanischen Spinnereien Statt findet, besteht aus folgenden Operationen:

1. Die Verwandlung des Flachses in ein Band von ziemlich gerade und parallel liegenden Fasern, welches die Grundlage des künftigen Garnfadens darstellt;

2. die Streckung dieses Bandes, wodurch dasselbe verfeinert und die parallele Lage seiner Fasern vollkommen zu Stande gebracht wird;

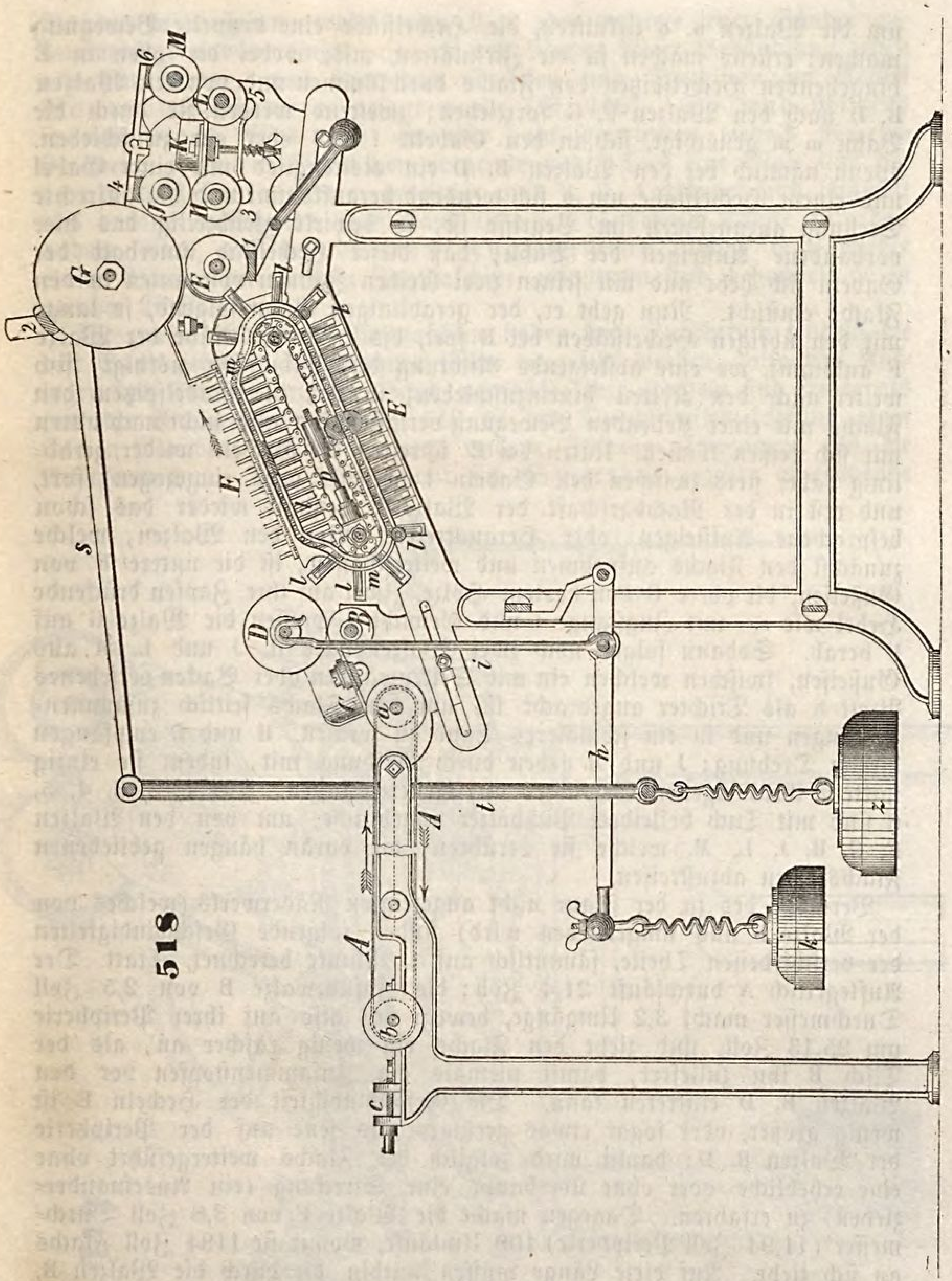
3. das Vorspinnen, nämlich die Umwandlung des gestreckten Bandes in einen groben, locker gedrehten Vorgespinnst-Faden, durch fernere Ausdehnung, verbunden mit einer geringen Drehung;

4. das Feinspinnen, wodurch aus dem Vorgespinnste, mittelst fortgesetzter Ausdehnung und verstärkter Drehung, das Garn entsteht.

In einigen Spinnereien wird der Flachs, namentlich zur Erzeugung feiner Garne, nicht in seiner natürlichen Länge (als langer Flachs) verarbeitet, sondern auf einer Schneidmaschine in zwei, drei oder vier Theile geschnitten oder vielmehr gerissen, so daß dadurch kürzere Fasern (gewöhnlich von 9 bis 10 Zoll größter Länge) entstehen, welche sich leichter fein spinnen lassen: geschnittener Flachs. Dieses Schneiden gewährt schon in Ansehung des Hechelns (welches erst danach folgt) den wesentlichen Vortheil, daß weniger Werg abfällt, weil die Hechelmaschinen den kurzen Faserstoff leichter auskämmen, ohne einen großen Theil zu zerreißen. Die Schneidmaschine besteht aus vier, auf zwei parallelen Achsen paarweise befestigten, eisernen Scheiben von etwa 1 Fuß Durchmesser und 1 Zoll Dicke. Um den Flachs fest zu fassen, sind dieselben nicht glattrandig, sondern die oberen rund herum mit zwei Stäbchen, die unteren mit zwei korrespondirenden Hohlkehlen versehen. Zwischen diesen Einführungsscheiben, welche sich mit mäßiger Geschwindigkeit umdrehen, befindet sich eine größere verstählte und gezacktrandige, sehr schnell umlaufende Scheibe, deren Achse zu den Achsen der ersteren Scheibe parallel, etwas weiter hinten als diese, liegt. Ein Knabe nimmt den geschwungenen Flachs in beide Hände, hält eine starke Riste desselben ausgespannt an zwei Punkten fest, und bietet die zwischen den gefaßten Punkten liegende Stelle den Einführungsscheiben dar. Letztere ziehen

den Flachs hinein und führen ihn gegen die gezackte Scheibe, welche ihn schnell entzwei reißt. Man muß diese Methode, und kann nicht etwa das Abschneiden mit einer Scheere anwenden, weil die Fasern, um sich leicht und gut spinnen zu lassen, keine stumpfen Enden haben dürfen.

1. Darstellung der Flachsbänder (Anlegen, erstes Ausziehen). — Um die Flachsfasern, welche in den gehechelten Risten sehr ungleich vertheilt sind (indem jede Riste in der Mitte viel dicker ist, als an den Enden), zu einem ziemlich regelmäßigen Bande zusammenzuordnen, bedient man sich mehrerer Walzen in Verbindung mit einem Systeme sich fortbewegender feiner Hecheln. Dieser bewegliche Hechelapparat (gill), der übrigens auf mancherlei Weise eingerichtet sein kann, bildet eine charakteristische Eigenthümlichkeit sämmtlicher Maschinen, durch welche der Flachs zur mechanischen Spinnerei vorbereitet wird. Auf der Anlegemaschine oder ersten Zugmaschine werden die geöffneten und ausgestreckten Flachsristen dergestalt an einander gereiht, daß sie mit den dünnen Enden über einander greifen, und das Ganze so viel möglich gleiche Dicke erhält. Dieses Anlegen geschieht auf einem über zwei Walzen ausgespannten Tuch ohne Ende. Das Fortrücken dieses Tuches (durch Umdrehung seiner Walzen) führt den Flachs einem eisernen Walzenpaare zu, welches ihn ergreift und weiter befördert. Beim Austritte aus diesen Walzen wird er von den Zähnen des schon erwähnten Hechelapparates (gill) aufgenommen, welche ihn in ihrer Bewegung fortziehen. Der Hechelapparat besteht aus einer Anzahl (30 bis 50) horizontaler und paralleler Metallstäbchen von etwa $^3/_4$ Zoll Breite (deren Richtung jene des Flachses rechtwinkelig durchkreuzt), und zirkulirt gleich einem über zwei Walzen oder Rollen gelegten endlosen Bande. Jedes Stäbchen ist mit zwei Reihen scharf zugespitzter stählerner Hechelzähne von der Länge und Dicke starker Nähnadeln besetzt. Die bei der zirkulirenden Bewegung jeweilig oben befindliche Hälfte der Hecheln schreitet in horizontaler Richtung, von den Einführungswalzen sich entfernend, fort, und zieht also den Flachs mit sich. Sie überläßt ihn hierauf an Ablieferungswalzen, aus welchen er in Gestalt eines lockern, 1 bis 1$^1/_2$ Zoll breiten Bandes hervorgeht, das in einer untergesetzten blechernen Kanne aufgefangen wird. Die Peripherie-Geschwindigkeit der Ablieferungswalzen ist viel größer als die Geschwindigkeit der Hecheln; daher findet bei dem Uebergange des Flachses aus Letzteren in die Walzen eine bedeutende Streckung desselben Statt. Verfolgt man den Lauf der einzelnen Hecheln, so findet man, daß eine jede derselben in der Nähe der Einführungswalzen emporsteigt und mit ihren Zähnen den Flachs faßt; nachher aber den Flachs wieder losläßt, herunter sinkt, und die untere Hälfte ihres Weges unthätig zurücklegt, bis sie bei den Einführungswalzen abermals in die Höhe steigt und in den Flachs eingreift. — Eine Abbildung der Anlegemaschine gibt Fig. 518, und zwar im senkrechten Durchschnitte. A A ist der (Raumersparung halber nicht in seiner vollen Länge gezeichnete) endlose Vorlegtisch, aus Leder gebildet, über die Walzen a, b ausgespannt, und durch Schrauben wie c (welche die Lager von b zu verstellen dienen) gehörig straff erhalten. C ein schräges Bret, über welches der Flachs von A nach den Einziehwalzen B, D gelangt. Diese sind aus Gußeisen hergestellt, genau und glatt abgedreht; B empfängt direkt drehende Bewegung, D geht zufolge der Friktion mit, und wird durch ein an dem Hebel h hängendes Gewicht k vermittelst der Hakenstange i auf die Unterwalze niedergepreßt, damit ein festes sicheres Fassen und Fortziehen des Flachses Statt findet. Das System von Hechelstäben, welches das aus D, B hervortretende Material in Empfang nimmt, ist auf zwei über die kleinen Walzen n,



518

o gelegten Gelenkketten ohne Ende angebracht, welche mittelst Schrauben p Spannung erhält. Mit jedem Gliede jeder Kette ist eine messingene Gabel l verbunden; die Hechelstäbe selbst, ohne direkten Zusammenhang mit einander, haben runde Zapfen an ihren Enden, und stecken mit diesen in den Spalten zweier korrespondirenden Gabeln an den beiden Ketten, welche Letzteren also um die Länge der Hechelstäbe (etwa 12 Zoll) von einander entfernt sind. Zugleich aber gehen die erwähnten Zapfen auch durch den in sich selbst zurückkehrenden Spalt einer unbeweglichen Bahn m m, deren Form aus der Abbildung genugsam erhellt. Vermöge dieser Anordnung müssen, wenn die Gabeln l mit den Ketten

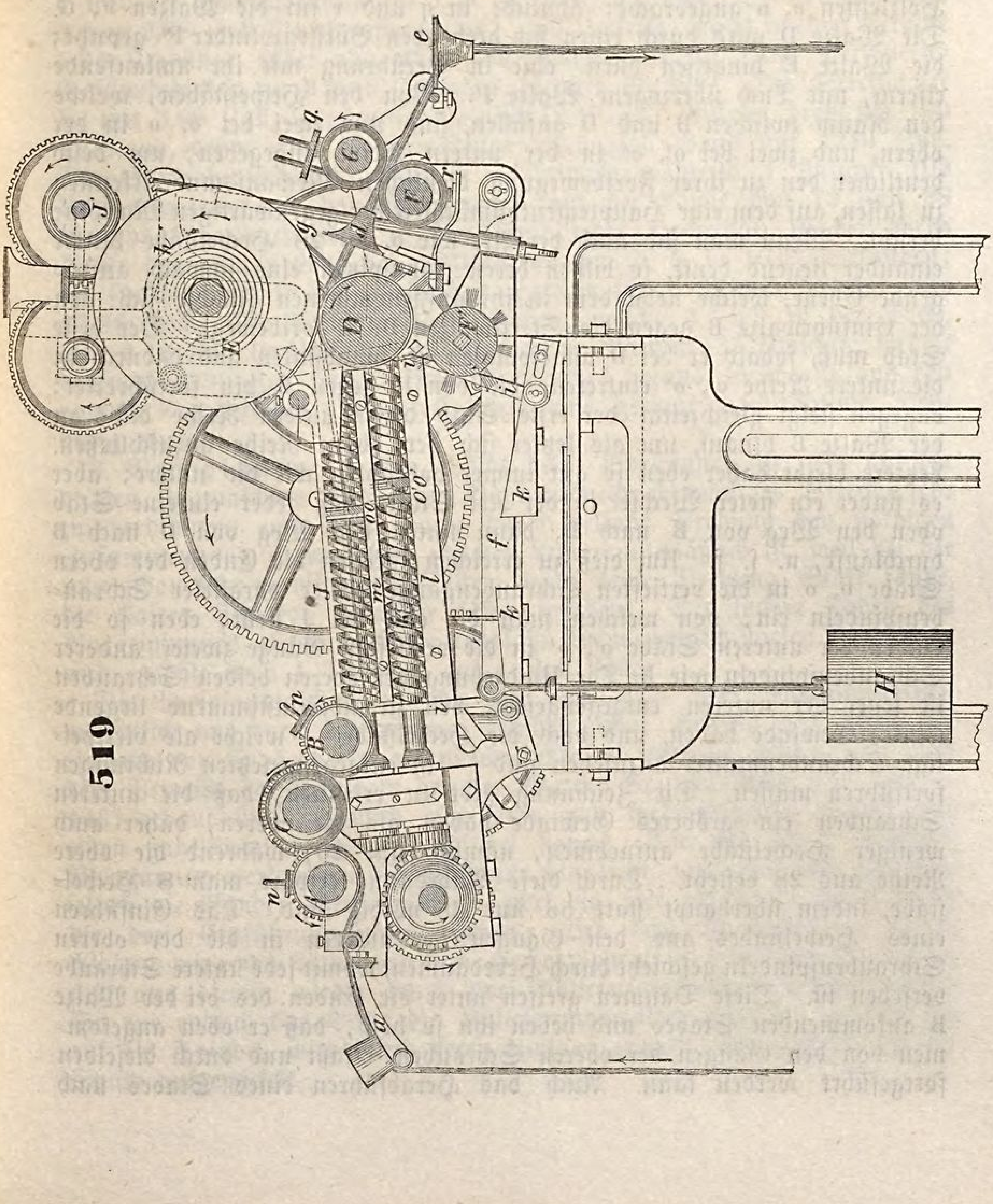
um die Walzen n, o zirkuliren, die Hechelstäbe eine doppelte Bewegung machen: erstens machen sie die Zirkulation mit, wobei die oben in E hingehenden Hechelspitzen den Flachs durchkämmen und von den Walzen B, D nach den Walzen F, G fortziehen; zweitens werden sie durch die Bahn m m genöthigt, sich in den Gabeln l aus oder ein zu schieben. Wenn nämlich bei den Walzen B, D ein Kettenglied mit einer Gabel und einem Hechelstabe um o sich wendend heraufkommt und die aufrechte Stellung anzunehmen im Begriffe ist, so bewirkt gleichzeitig das hier vorhandene Ansteigen der Bahn, daß dieser Hechelstab innerhalb der Gabeln sich hebt und mit seinen zwei Reihen Zähnen von unten in den Flachs einsticht. Nun geht er, der geradlinigen Bahn folgend, so lange mit den übrigen Hechelstäben bei E fort, bis er in der Nähe der Walze F ankommt, wo eine absteigende Richtung der Bahn ihn nöthigt, sich weiter nach den Ketten hineinzuschieben, so daß die Nadelspitzen den Flachs mit einer ziehenden Bewegung verlassen, ihn also nicht nach unten mit sich reißen können. Unten bei E′ schreiten die Hecheln wieder geradlinig (aber stets zwischen den Gabeln l versenkt oder eingezogen) fort, und erst in der Nachbarschaft der Walze B beginnt wieder das schon besprochene Aufsteigen oder Heraustreten. Von den Walzen, welche zunächst den Flachs aufnehmen und weiterschaffen, ist die untere F von Gußeisen, die obere G von hartem Holze. Zwei auf ihre Zapfen drückende Hebel wie s, mit Zugstange t und Gewicht z, pressen die Walze G auf F herab. Sodann folgen noch zwei Walzenpaare H, J und L, M aus Gußeisen, zwischen welchen ein mit Seitenwänden oder Backen versehenes Brett K als Trichter angebracht ist, um den Flachs seitlich zusammenzudrängen und in ein schmäleres Band zu formen. H und L empfangen direkte Drehung; J und M gehen durch Reibung mit, indem sie einzig mittelst ihres eigenen Gewichtes auf Ersteren lasten. Bei 1, 2, 3, 4, 5, 6 sind mit Tuch bekleidete Putzhölzer angebracht, um von den Walzen F, G, H, J, L, M, welche sie berühren, die daran hängen gebliebenen Flachsfasern abzustreifen.

Vermöge des in der Figur nicht angezeigten Räderwerks (welches von der Walze F aus umgetrieben wird) finden folgende Geschwindigkeiten der verschiedenen Theile, sämmtlich auf 1 Minute berechnet, Statt. Der Auflegetisch A durchläuft 21,4 Zoll; die Zuführwalze B von 2,5 Zoll Durchmesser macht 3,2 Umgänge, bewegt sich also auf ihrer Peripherie um 25,13 Zoll, und zieht den Flachs ein wenig rascher an, als der Tisch B ihn zuliefert, damit niemals ein Zusammenstopfen vor den Walzen B, D eintreten kann. Die Geschwindigkeit der Hecheln E ist wenig größer, oder sogar etwas geringer, als jene auf der Peripherie der Walzen B, D; damit wird folglich der Flachs weitergeführt ohne eine erhebliche oder ohne überhaupt eine Streckung (ein Auseinanderziehen) zu erfahren. Dagegen macht die Walze F von 3,8 Zoll Durchmesser (11,94 Zoll Peripherie) 100 Umläufe, womit sie 1194 Zoll Flachs an sich zieht. Auf diese Länge müssen mithin die durch die Walzen B, D eingeführten 25,13 Zoll gedehnt werden, wobei sie sich über die Hechelspitzen wegziehen, mittelst derselben zertheilen und in gerade Lage ordnen. Die Walze H macht 138, die Walze L 144 Umgänge; da beide 3 Zoll dick sind, so ergibt sich, daß die von F G abgegebenen 1194 Zoll Flachsband noch ferner durch H J auf 1300 Zoll, und L M auf 1357 Zoll gestreckt werden. Das so beträchtlich verdünnte Band wird, wie es von dem letzten Walzenpaare herabfällt, aufgesammelt und der nächstfolgenden Maschine vorgelegt.

2. Strecken der Bänder. — Es ist hierunter ein fortgesetztes und stärkeres Ausziehen des von der vorhergehenden Operation herrührenden

Bandes zu verstehen, wobei man 2, 3 oder mehrere jener Bänder zusammenlegt und vereinigt. Zweck und Nutzen dieser Behandlung gehen aus dem hervor, was über das Strecken und Doubliren im Artikel Baumwollspinnerei gesagt wurde (S. 128). Sie wird übrigens wenigstens zwei Mal nach einander, auf getrennten (jedoch übereinstimmend gebauten) Maschinen vorgenommen. Das eine Mal, auf der zweiten Zugmaschine, vereinigt man 2, 3, 4 Bänder und sammelt das daraus entstehende neue Band in einer blechernen Kanne auf; das andere Mal, auf der dritten Zugmaschine, nimmt man wieder einige Bänder der vorigen Zugmaschine zusammen und behandelt sie in gleicher Weise.

Die zweite und dritte Zugmaschine haben kein Zuführtuch (indem die mit Band gefüllten Blechkannen ihnen vorgesetzt werden, also das Auflegen des Flachses mit der Hand wegfällt); ihre Hecheln sind feiner als jene der Anlegemaschine. Fig. 519 ist die Durchschnittszeichnung einer solchen Maschine, absichtlich einem andern Systeme entnommen, als die Anlegemaschine Fig. 518, damit sich Gelegenheit ergibt, abweichende



519

Konstruktionen zur Anschauung zu bringen. Ueber einen flach bogenförmigen unbeweglichen Zuleitungstisch a, von Weißblech gemacht, wird das mehrfach zusammengelegte (doublirte) Flachsband mittelst dreier gußeiserner Einführungswalzen A, B, C heraufgezogen, indem es unter A durch, zwischen A und C hinauf, oben über C, zwischen C und B hinab, endlich unterhalb B weiter fortgeht, hier aber sogleich von den beweglichen Hecheln gefaßt und den am entgegengesetzten Ende des Hechelwerks liegenden Walzen D, E überliefert wird. Diese strecken, weil sie sich weit schneller drehen als die Einführungswalzen, das Band zu viel größerer Länge, und übergeben es dann an zwei Abführwalzen F, G, welche dasselbe durch den Trichter d ziehen und durch einen anderen Trichter e in die untergesetzte Blechkanne fallen lassen. D, F und G bestehen aus Gußeisen; die größere Oberwalze E hingegen ist von hartem Holze gemacht, und wird gegen D dadurch niedergepreßt, daß auf jedem ihrer Zapfen ein Druckhebel h liegt, der mittelst der Stange g und des Hebels f ein Gewicht H trägt. Zur Reinigung der Walzen A und B von daran hängen gebliebenen Flachsfasern sind mit Tuch bekleidete Holzleisten n, n angebracht; ähnliche in q und r für die Walzen F, G. Die Walze D wird durch einen sich drehenden Bürstenzylinder F′ geputzt; die Walze E hingegen durch eine in Berührung mit ihr umlaufende eiserne, mit Tuch überzogene Walze J′. Von den Hechelstäben, welche den Raum zwischen B und D anfüllen, sind nur zwei bei o, o in der obern, und zwei bei o′, o′ in der untern Reihe angegeben, um desto deutlicher den zu ihrer Fortbewegung dienlichen Mechanismus erkennen zu lassen, auf dem eine Haupteigenthümlichkeit der gegenwärtigen Maschine beruht. Wenn man sich nach der Art wie o, o, 28 Hechelstäbe hinter einander liegend denkt, so bilden deren Zahnspitzen eine schwach ansteigende Ebene, welche nebst dem in ihr aufgenommenen Flachse sich von der Einführwalze B gegen die Streckwalzen D, E fortbewegt. Der erste Stab muß, sobald er bei D angekommen ist, hinabsinken und dadurch in die untere Reihe o′, o′ eintreten, die von D gegen B hin fortschreitet; dagegen steigt gleichzeitig der erste Stab dieser untern Reihe dicht an der Walze B hinauf, um als letzter sich der obern Reihe anzuschließen. Letztere bleibt daher eben so gut immer vollzählig, wie die untere; aber es findet ein steter Wechsel in der Art Statt, daß jeder einzelne Stab oben den Weg von B nach D, dann unten den Weg von D nach B durchläuft, u. s. f. Um dieß zu erreichen, greifen die Enden der obern Stäbe o, o in die vertieften Schraubengänge zweier paralleler Schraubenspindeln ein, von welchen man die eine bei J sieht; eben so die Enden der unteren Stäbe o′, o′ in die vertieften Gänge zweier anderer Schraubenspindeln wie K. Die Umdrehung der oberen beiden Schrauben ist jener der unteren entgegengesetzt, weil sie übereinstimmend liegende (linke) Gewinde haben, und doch die Hechelstäbe — welche als vieltheilige Schraubenmutter anzusehen sind — in entgegengesetzten Richtungen fortführen müssen. Die Zeichnung gibt zu erkennen, daß die unteren Schrauben ein gröberes Gewinde haben als die oberen, daher auch weniger Hechelstäbe aufnehmen, nämlich nur 20, während die obere Reihe aus 28 besteht. Durch diese Anordnung erspart man 8 Hechelstäbe, indem überhaupt statt 56 nur 48 nöthig sind. Das Einführen eines Hechelstabes aus den Gängen der unteren in die der oberen Schraubenspindeln geschieht durch Hebedaumen, womit jede untere Schraube versehen ist. Diese Daumen greifen unter die Enden des bei der Walze B ankommenden Stabes und heben ihn so hoch, daß er oben angekommen von den Gängen der oberen Schrauben erfaßt und durch dieselben fortgeführt werden kann. Auch das Herabführen eines Stabes nach

dem andern aus der obern Reihe in die untere, zunächst an der Walze D, wird durch Daumen bewirkt, welche hier an jeder oberen Schraubenspindel angebracht sind. Damit die zum Hube und zum Niedersteigen bestimmten Hechelstäbe die Daumen nicht verlassen, überhaupt nicht aus ihrer richtigen Lage kommen, befinden sich am Maschinengestelle die mit i k bezeichneten Winkelhebel, welche in k dick und schwer, in i dünn und federartig sind; gegen die dünnen Arme i derselben lehnen sich die Hechelstäbe während ihres Auf- oder Niedersteigens an, und gelangen vermöge dieser Führung genau in die zugehörigen Gänge ihrer Schraubenspindeln. l und m sind nahe an den Schraubenspindeln herlaufende geradlinige Bahnen, auf welchen die in Bewegung begriffenen Hechelstäbe mit ihren Enden fortgleiten, um in der richtigen Höhe zu bleiben, so lange sie in derselben (obern oder untern) Reihe verweilen.

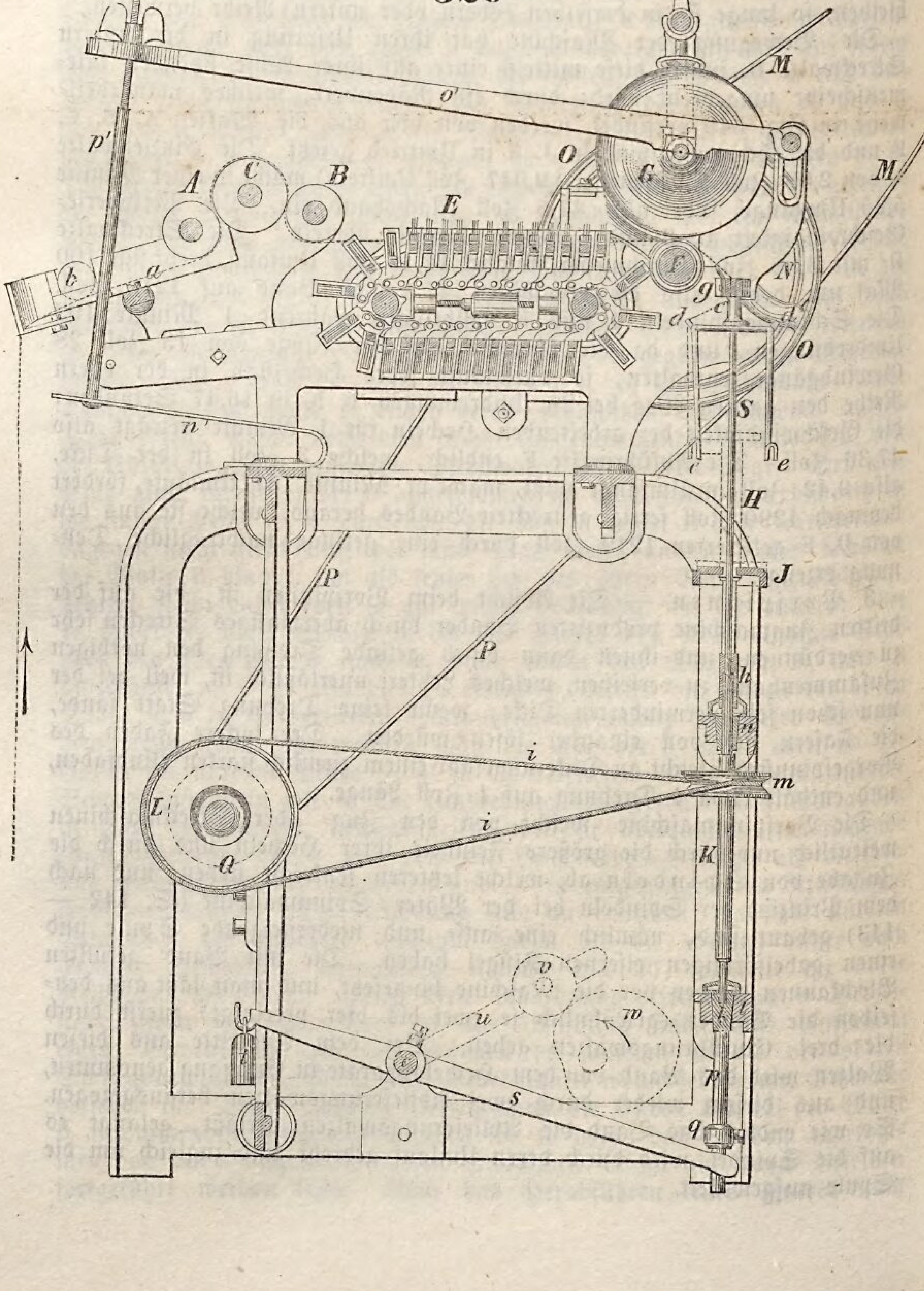
Die Bewegung der Maschine hat ihren Ursprung in der untern Streckwalze D, indem diese mittelst einer auf ihrer Achse sitzenden Riemenscheibe umgedreht wird; durch ein Räderwerk, welches man theilweise in Fig. 519 vorfindet, werden von hier aus die Walzen A, B, C, F und die Schraubenspindeln J, K in Umtrieb gesetzt. Die Einziehwalze A von 2,88 Zoll Durchmesser (9,047 Zoll Umkreis) macht in einer Minute 5,25 Umgänge, führt also 47,5 Zoll Flachsband ein. Die Peripherie-Geschwindigkeit an B und C stimmt hiermit überein. Die Streckwalze D, mit 3,88 Zoll Durchmesser, folglich 12,19 Zoll Umfang, dreht sich 100 Mal um, dehnt also die erwähnten 47,5 Zoll Band auf 1219 Zoll. Die Schraubenspindeln J und K vollbringen während 1 Minute 102 Umdrehungen, und da die oberen J auf der Länge von 13 Zoll 28 Gewindgänge enthalten, so durchläuft jeder Hechelstab in der obern Reihe den ganzen Weg bei 28 Umdrehungen, d. h. in 16,47 Sekunden; die Geschwindigkeit der arbeitenden Hecheln für 1 Minute beträgt also 47,36 Zoll. Die Abführwalze F endlich, welche 3 Zoll in der Dicke, also 9,42 Zoll im Umfange mißt, macht pr. Minute 137 Umläufe, fördert demnach 1290 Zoll fertig gestreckten Bandes heraus, welche sie aus den von D, E gelieferten 1219 Zoll durch eine geringe nachträgliche Dehnung erzeugt.

3. Vorspinnen. — Die Absicht beim Vorspinnen ist, die auf der dritten Zugmaschine produzirten Bänder durch abermaliges Strecken sehr zu verdünnen, und ihnen dann durch gelinde Drehung den nöthigen Zusammenhang zu verleihen, welches Letztere unerläßlich ist, weil bei der nun schon sehr verminderten Dicke, wenn keine Drehung Statt fände, die Fasern sich von einander lösen würden. Der lockere Faden des Vorgespinnstes gleicht an Dicke ungefähr einem ziemlich starken Bindfaden, und enthält etwa 1 Drehung auf 1 Zoll Länge.

Die Vorspinnmaschine weicht von den Zug- oder Streckmaschinen wesentlich nur durch die größere Feinheit ihrer Hecheln und durch die Zugabe von Spindeln ab, welche letzteren senkrecht stehen, und nach dem Prinzipe der Spindeln bei der Water-Spinnmaschine (S. 142 — 143) gebaut sind, nämlich eine auf- und niedersteigende Spule und einen gabelförmigen eisernen Flügel haben. Die mit Band gefüllten Blechkannen werden vor die Maschine hingesetzt, und man läßt aus denselben die Bänder (gewöhnlich je zwei bis vier vereinigt) zuerst durch die drei Einführungswalzen gehen. Bei dem Austritte aus diesen Walzen wird das Band von dem Hechelapparate in Empfang genommen, und aus diesem wieder durch zwei Ablieferungswalzen herausgezogen. So wie endlich das Band die Ablieferungswalzen verläßt, gelangt es auf die Spindel, wird durch deren Umlauf gedreht und zugleich um die Spule aufgewickelt.

Figur 520 ist der senkrechte Querdurchschnitt einer solchen Vorspinnmaschine. Aus den vorgesetzten Blechkannen werden die Bänder herauf, über den Einziehtisch a, den Einziehwalzen A, C, B zugeleitet, welche Letzteren wie in der obigen Zugmaschine (Fig. 519) angeordnet sind. Zum Zusammenhalten und gleichmäßigen Anspannen der gemeinschaftlich einlaufenden Bänder findet sich im Einziehtische eine Druckwalze b, unter welcher sie durchgehen müssen. Die Hechelkette E ist wie bei der früher beschriebenen Anlegemaschine (Fig. 518) eingerichtet, auf welche in dieser Beziehung gänzlich verwiesen werden kann. Aus den Hecheln wird der Flachs durch die viel schneller gehenden Streckwalzen F, G (F von Gußeisen, G von Holz und durch Hebel o′, Zugstange p′, starke

520



Stahlfeder n' an jedem ihrer Zapfen niedergepreßt) hervorgezogen, worauf er als feines gestrecktes Band auf die Spindeln S gelangt. Das Kopfstück jeder Spindel ist hohl zum Eintritt des Flachsbändchens, welches sogleich unter dem Lagerhalse durch eine Seitenöffnung wieder heraustritt, durch die Oehre d, e an einer oder der andern Seite des Flügels geht, und so endlich auf die hölzerne (durch Punktirung angegebene) Spule H gelangt. Sämmtliche Spulen liegen mit der Grundfläche ihrer untern Scheibe auf der Spulenbank J auf, und erfahren an dieser, zumal mit Hülfe zwischengelegter Tuchscheiben, die zum Aufwinden des Vorgespinnstes erforderliche Reibung.

Die Spindeln S werden an ihrem etwas konisch abgedrehten Kopfende durch Pfannen g, unten aber durch kleine Metallbüchsen h in vertikaler Stellung erhalten. Letztere bewirken zugleich die Verbindung der Flügelspindeln S mit den Spindeln K, welchen Bewegung durch Schnüre i von der (aus Weißblech gemachten) Schnurtrommel L mitgetheilt wird. Die Spindeln K laufen unten in Metallpfannen k, welche in die (gleichzeitig als Verbindung der Seitengerüste der Maschine dienende) Fußbank l eingelassen sind; oben dagegen in Halspfannen, zu deren Anbringung ein ähnlicher Bestandtheil des Gestells, nämlich der Steg n benutzt ist. Das untere Ende der Flügelspindel S und das obere der Spindel K sind nicht voll kreisrund, sondern an zwei einander gegenüberstehenden Seiten ein wenig abgeplattet; gleiche Gestalt haben die Löcher der Büchse h, wodurch K in den Stand gesetzt wird, S mit herumzunehmen, wenn sie selbst vermittelst ihrer Schnurrolle m in Umdrehung gesetzt ist.

Die Spulenbank ist an zwei rund abgedrehten, durch die Querverbindungen l und n hindurchgeführten Stangen wie p befestigt. Letztere ruhen unten mit verstellbaren Hülsen q auf gabelförmigen, an der Welle r befindlichen, doppelarmigen Hebeln s, welche durch Gegengewichte t so abgeglichen sind, daß die von der Spulenbank nebst den Spulen veranlaßte einseitige Mehrbelastung nur unbeträchtlich ist. Auf der Welle r befindet sich ferner ein einarmiger, mit Friktionsrolle v versehener Hebel u; die Rolle liegt an einer herzförmigen Scheibe w und wird durch deren Umdrehung zu wechselweiser Hebung und Senkung veranlaßt, wonach auf eine von selbst erhellende Weise das Auf- und Niederschieben der Spulenbank J, mithin der Spulen H, erfolgt.

Mit der Umdrehung der Spindel wird ein Drehen des von den Streckwalzen F, G ausgegebenen Flachsbandes und — da zufolge der Reibung an der Spulenbank die Spule stets eine angemessene Verzögerung ihres Umlaufes erfährt — das Aufwickeln des gedrehten Bandes, d. h. des Vorgespinnstes, erzielt. Diese Aufwickelung findet wegen des Auf- und Niedersteigens der Spule in Schraubenwindungen von oben nach unten und von unten nach oben Statt. Sind die Spulen gefüllt, so müssen sie abgenommen und durch leere ersetzt werden, wozu man die Spindeln S herausnimmt, nachdem deren mit Klappen versehene Kopfpfannen g geöffnet sind.

Mittelst des in Fig. 520 nur zum kleinsten Theile sichtbaren Betriebsmechanismus werden die verschiedenen Organe der Vorspinnmaschine mit angemessenen Geschwindigkeiten in Gang gesetzt. M M ist der Riemen ohne Ende, welcher mittelst Scheibe N die Streckwalze F umtreibt; O O eine zweite Scheibe an derselben Walze, wodurch vermöge des Riemens P P eine kleine Scheibe Q an der Schnurtrommel L, also Letztere selbst in Drehung versetzt wird. Die übrigen Bewegungsmittheilungen erfolgen durch verzahntes Räderwerk. Die Walzen A, B und F haben 2,375 Zoll Durchmesser, also 7,46 Zoll Umfang; A und B machen in 1 Minute $6^2/_3$, F hingegen vollbringt 120 Umdrehungen: 49,73 Zoll Band werden

demnach eingeführt und auf 895,2 Zoll Länge gestreckt. Die Spindeln K S laufen während 1 Minute 800 Mal um, geben mithin 800 Drehungen auf 895 Zoll Vorgespinnst, 1 Drehung auf 1,12 Zoll.

Bei der sehr schwachen Drehung, welche das Vorgespinnst hat (und haben muß, um nachher auf der Feinspinnmaschine das fernere starke Strecken zu ertragen), wird es in der vorstehenden Maschine leicht in unbestimmtem und noch dazu ungleichem Grade während des Aufwickelns auf die Spulen gedehnt, da es hierbei die Spannung auszuhalten hat, vermöge welcher es die Spule nach sich zieht. Aus gleichem Grunde wie in der Baumwollspinnerei wird demnach auch hier das Vorspinnen am vollkommensten mittelst der Spindelbank (S. 132) verrichtet, wiewohl für Flachsvorgespinnst — wegen dessen langfaseriger Beschaffenheit und davon herrührender größerer Festigkeit — eine selbständige, durch Mechanismus geregelte Drehung der Spule nicht so unbedingt nöthig ist, als für Baumwolle. Die Röhrenmaschine (S. 136) hat als Vorspinnmaschine für Flachs ebenfalls Anwendung gefunden. Eine eigenthümliche Art des Vorspinnens ist die ohne alle (selbst nicht mit vorübergehender) Drehung, welche man neuerlich in England — wie es scheint nicht ohne Erfolg — versucht hat. Auf der hierzu dienenden Maschine geht das gehörig verfeinerte Band aus den Streckwalzen durch einen Trog mit heißem Wasser, welches den Pflanzenleim (Kleber) der Flachsfasern erweicht; dann sogleich über eine durch Dampf geheizte Trommel, wo es trocknet und zusammenklebt; endlich auf eine zur Aufwickelung bestimmte horizontale Spule. Vereinfachung der Maschine ist das Hauptverdienst dieser Erfindung. Auf der Feinspinnmaschine wird dieses ungedrehte Vorgespinnst mittelst heißen Wassers wieder erweicht und dann mit größter Leichtigkeit zum Garnfaden ausgezogen.

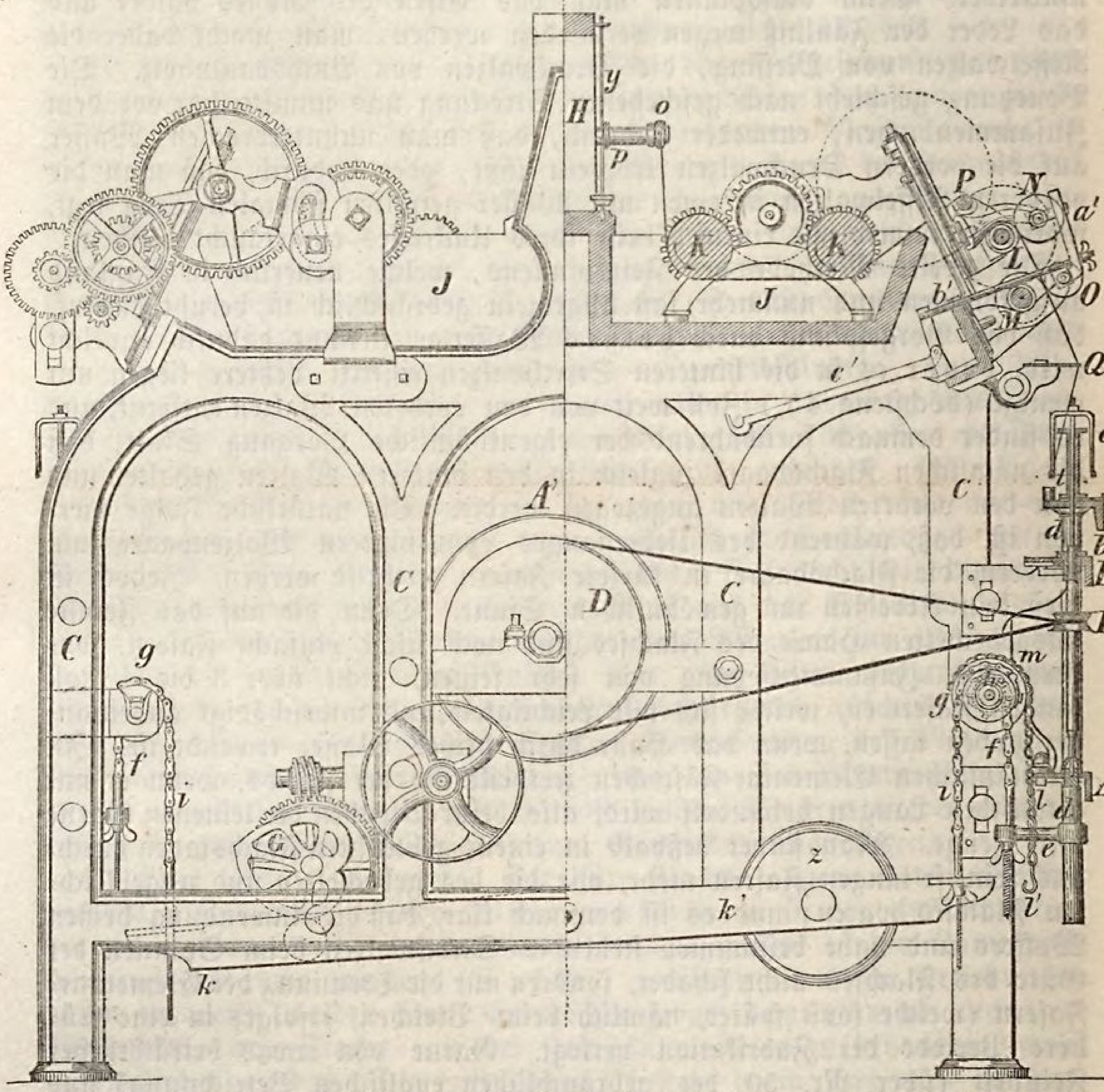
4. Das Feinspinnen. Die für Flachs angewendeten Spinnmaschinen sind durchgehends Watermaschinen, in den Hauptpunkten des Mechanismus übereinstimmend mit jenen, welche in der Baumwollspinnerei gebraucht werden (S. 142), weßhalb in vielen Beziehungen dahin verwiesen werden kann. Es müssen jedoch dem Prinzipe nach zwei Methoden, den Flachs auf der Feinspinnmaschine zu behandeln, wohl unterschieden werden. Die erste (ältere) besteht darin, daß man die langen Fasern des Vorgespinnstes mittelst Streckwalzen auseinander zieht, ohne irgend eine andere Veränderung derselben, als die ihrer gegenseitigen Lage Statt finden zu lassen. In diesem Falle enthält der produzirte Garnfaden das Flachshaar in seiner natürlichen Beschaffenheit und Länge. Die Spinnmaschine muß sich in diesem Falle von der Watermaschine für Baumwolle dadurch unterscheiden, daß die Streckwalzen (deren man nur zwei Paar anzubringen pflegt) viel weiter von einander entfernt sind. Damit nämlich niemals eine und dieselbe Faser in beiden Walzenpaaren zugleich eingeklemmt sein kann, wodurch sie unvermeidlich abreißen würde (vergl. S. 127), muß der Abstand zwischen den vordern und hintern Streckwalzen 12 bis 20 Zoll (und bei sehr langem Flachse sogar noch mehr) betragen. In einem so großen Zwischenraume würde aber der lockere dünne Flachsfaden sich senken, in Unordnung gerathen, wohl gar durch sein eigenes Gewicht abreißen, wenn man ihm nicht eine Unterstützung gäbe. Letztere kann durch eine glatte Rinne von Weißblech erreicht werden, in welcher das gestreckte Vorgespinnst hingleitet; oder durch einen kleinen blechernen Trichter; oder endlich durch ein Paar kleine Walzen, zwischen welchen der Faden auf dem Wege von den hintern nach den vordern Streckwalzen durchgeht. Uebrigens kann der Flachs hierbei trocken oder naß gesponnen werden. Im erstern Falle sind die unteren Streckwalzen, wie an den Baumwollspinnmaschinen, von Eisen

und geriffelt, die oberen (Druckwalzen) von Eisen, glatt und mit Leder umkleidet. Beim Naßspinnen muß das Eisen des Rostes halber und das Leder der Fäulniß wegen vermieden werden; man macht daher die Riffelwalzen von Messing, die Druckwalzen von Buchsbaumholz. Die Benetzung geschieht nach geschehener Streckung und unmittelbar vor dem Zusammendrehen, entweder dadurch, daß man ununterbrochen Wasser auf die vordern Druckwalzen tröpfeln läßt, oder dadurch, daß man die vorderen Riffelwalzen in einen mit Wasser gefüllten schmalen Trog legt, worin sie immer mit einem Theile ihres Umkreises eingetaucht bleiben.

Die zweite Methode des Feinspinnens, welche neuerlich in England aufgekommen und nunmehr fast allgemein gebräuchlich ist, beruht darauf, daß das Vorgespinnst durch heißes Wasser geleitet und dadurch erweicht wird, bevor es in die hinteren Streckwalzen eintritt. Letztere liegen nur wenige (höchstens 4½) Zoll weit von den vorderen Walzen entfernt, und es findet demnach fortwährend der eigenthümliche Vorgang Statt, daß die nämlichen Flachshaare zugleich in den hinteren Walzen gehalten und von den vorderen Walzen angezogen werden. Die natürliche Folge hiervon ist, daß, während des Ueberganges vom hintern Walzenpaare zum vordern, die Flachshaare in kürzere Fasern zertheilt werden. Jedoch ist dieß kein Abreißen im gewöhnlichen Sinne. Denn die auf das Feinste ausgehechelten Haare des Flachses sind noch nicht einfache Fasern, sondern eine Zusammensetzung von sehr feinen, nicht über 3 bis 4 Zoll langen Fäserchen, welche sich mit Leichtigkeit und unbeschädigt auseinander ziehen lassen, wenn das Haar durch heißes Wasser erweicht ist. In die nämlichen Elementar-Fäserchen zertheilt sich der Flachs, wenn er mit alkalischen Laugen behandelt wird, also beim Bleichen der leinenen Garne und Zeuge. Man findet deßhalb in einem gebleichten Flachsfaden durchaus keine so langen Fasern mehr, wie die des gehechelten und ungebleichten Flachses waren; und es ist demnach klar, daß die Anwendung heißen Wassers und nahe beisammen stehender Streckwalzen beim Spinnen der Güte des Flachses nicht schadet, sondern nur die Trennung der Elementar-Fasern (welche sonst später, nämlich beim Bleichen, erfolgt) in eine frühere Periode der Fabrikation verlegt. Garne von etwas beträchtlicher Feinheit (über Nr. 50 der gebräuchlichen englischen Bezeichnung) sind nur nach dieser Methode darzustellen.

Eine Maschine für das Feinspinnen mit heißem Wasser, und zwar mit zwei Reihen Spindeln, wie die Feinspinnmaschinen gewöhnlich ausgeführt werden, zeigt Figur 521 und 522; zur Hälfte (nämlich Figur 521) im Aufrisse, zur andern Hälfte (Fig. 522) im senkrechten Durchschnitte. Die Spindeln — im Allgemeinen wie jene der Vorspinnmaschine beschaffen, nur viel kleiner und in der Reihe näher beisammen stehend — werden in ihrer lothrechten Stellung durch die Stege oder Bänke A B gehalten, welche gleichzeitig die Verbindung der Gestelle C C herstellen, deren zwei an den Enden und bei langen Maschinen auch einige in der Mitte sich befinden. Die Spindeln selbst sind aus Stahl gemacht, laufen unten in Messingpfannen, welche in die Bank A eingesetzt sind; weiter oben in ebenfalls messingenen Halslagern b, und werden mittelst ihrer Rollen E durch Schnüre ohne Ende von der in der Mitte der Maschine gelagerten Blechtrommel D aus in rasche Umdrehung versetzt. Jede Spindel trägt an ihrem Kopfende den Flügel c, unter diesem aber die hölzerne Spule t, welche vor dem Anschrauben des Flügels aufgesteckt wird und mit ihrer Grundfläche auf der Spulenbank F steht. Indem sie hier eine Reibung erleidet, entsteht dasjenige Zurückbleiben hinter den Umdrehungen der Spindel, wodurch allein das Aufwinden des gesponnenen Garns ermöglicht ist. Indessen begnügt man sich hier nicht mit diesem einen Mittel,

521 **522**



den Spulen einen Reibungswiderstand darzubieten; es ist überdieß auf der Spulenbank für jede Spule eine kurze Schnur befestigt, welche an dem rollenartig ausgefurchten untern Spulenkranz, einen Theil von dessen Umkreis berührend, hergelegt ist und am herabhängenden Ende ein kleines Gewicht trägt. Die durch das Letztere angespannte Schnur hemmt also mittelst ihrer Friktion ebenfalls den Umlauf der Spule, und um hierin die gehörige Regulirung eintreten lassen zu können, kann die Schnur verschieden gelegt werden, so daß sie einen größern oder kleinern Theil vom Umfange des Spulenkranzes berührt.

Der Apparat zur Auf- und Niedersteigung der Spulenbank F, wodurch die schraubenartige Bewickelung der Spulen von einem Ende zum andern erreicht wird, ist folgender: Jede der beiden Spulenbänke F wird von an ihr befestigten runden Stangen wie d getragen, welche in den Bänken A und B, durch welche sie hindurchgehen, die erforderliche Geradführung finden. An jeder dieser Stangen ist unterhalb der Bank A ein Arm e befestigt, von welchem eine Kette f aufwärts geht, die dann eine Rolle h umschlingt und an derselben ihre Befestigung hat. Etwas von h entfernt, aber an derselben Achse befindet sich eine größere Rolle g und von dieser hängt nach entgegengesetzter Seite eine zweite Kette i herab, welche mit dem wagebalkenartigen Hebel k k′ verbunden ist. Endlich trägt die Achse von g, h noch eine dritte Rolle oder Scheibe m, von der

— übereinstimmend mit f — eine Kette l niedergeht; an das untere Ende l′ dieser Letztern wird ein Gewicht gehängt, um das größere Gewicht z an dem Arme k′ des Hebels k k′ abzustimmen, damit das hierdurch dem Arme k ertheilte Streben nach oben seine Regulirung empfängt. Auf diesen Arm k drückt von oben die Herzscheibe G, welche — in Zusammenwirkung mit dem Gegengewichte z — dem Hebel eine oscillirende Bewegung ertheilt, und so das Auf- und Absteigen der beiden Spulenbänke veranlaßt, welche dergestalt mit einander in der Bewegung abwechseln, daß jederzeit die eine im Aufwärtsgehen begriffen ist, wenn die andere sich senkt.

In der Mitte oben auf der Maschine ist ein hölzerner Rahmen H aufgestellt, in welchen für jede der spinnenden Spindeln eine Spule Vorgespinnst an einer hölzerner Spille y aufgesteckt wird. Von diesen Spulen werden die Vorgespinnstfäden nach jeder der beiden Maschinenseiten, über einen durch Arme p unterstützten horizontalen Draht bei o herabgeleitet, um in die Wassertröge J einzutreten. Diese sind mit Wasser, durch Dampfröhren auf 60° R. oder noch stärker geheizt, dergestalt gefüllt, daß die hölzernen Leitwalzen, unter welchen das Vorgespinnst durchgehen muß, fast bis an die Achse eintauchen.

Das Streckwerk, welches über den Spindeln zwischen diesen und dem Wassertroge an jeder Seite der Maschine angebracht ist, besteht aus zwei doppelten Walzenreihen, und zwar Unterwalzen L und M von Messing auf schmiedeisernen Achsen, Oberwalzen N desgleichen, Oberwalzen O hingegen aus Buchsbaumholz auf Eisenachsen. Nur L und M empfangen direkt drehende Bewegung; N und O folgen ohne Weiteres mit. Durch Sättel a′, Zugstangen b′ und mit Gewicht zu belastende Winkelhebel c′ erfolgt das Andrücken der oberen Walzen gegen die unteren. Sämmtliche Walzen sind mit Furchen und abgerundeten Rippen versehen, wodurch sie sehr breiten Zahnrädern ähnlich werden und gleich solchen paarweise in einander eingreifen, damit zwischen ihnen der Flachsfaden scharf gefaßt wird, nicht gleiten kann. Um die Absicht dieser Anordnung zu verstehen, muß man sich aus der allgemeinen Theorie der Streckwalzen (S. 127) erinnern, daß das Paar M O schneller umgeht, als das Paar L N, folglich Ersteres das Spinnmaterial rascher anzieht, als Letzteres dasselbe herbeiführt; zugleich aber berücksichtigen, daß es sich im gegenwärtigen Falle darum handelt, die vom heißen Wasser erweichten Flachsfasern durch kräftiges Ziehen in ihre kurzen Elementarfäserchen zu zerlegen, nicht etwa bloß die sichtbar vorhandenen Fasern neben einander herauszuholen. Darum liegen auch die beiden Walzenpaare einander so nahe, daß wohl eine und dieselbe Flachsfaser, aber auch weit genug entfernt, daß niemals ein und dasselbe Elementarfäserchen z u g l e i c h in b e i d e n Paaren eingeklemmt sein kann. Ehe jedoch das erweichte Vorgespinnst in das Streckwerk eintritt, wird es über die eingekerbten Randflächen einer halbzylindrischen messingenen Rinne P geleitet und hier durch aufgelegte, in der Regel mit Filz bekleidete Walzen niedergedrückt, dabei von überflüssigem Wasser befreit. Wollte man die Fäden stetig auf derselben Stelle der Streckwalzen durch dieselben gehen lassen, so würde sich nach und nach eine vertiefte Ringlinie in den Walzen erzeugen; um dieß zu vermeiden, empfängt die Rinne P mit ihren Walzen eine langsame, kleine, hin- und hergehende Schiebung nach der Richtung ihrer Länge, parallel zu den Streckwalzenachsen, und sie leitet dem zufolge den Faden stets wechselnd über verschiedene Stellen der Walzen. Von dem Walzenpaare M O herausgeführt, gleitet der Faden zuletzt durch ein mit einem Messing- oder Glasringelchen gefüttertes Loch der Eisenblechschiene Q, welche Fadenführer genannt wird, weil sie den Fäden die

gehörige Richtung nach den Spindeln gibt, und zwar direkt nach einer der Oehsen, welche sich an den untern Enden des Flügels c zur Einführung auf die Spule befinden.

Die Mittheilung der Bewegung an die Maschine geschieht durch einen Riemen ohne Ende, welcher über die Scheibe A′ an der Achse der Schnurtrommel D geschlagen ist; den übrigen Betriebsmechanismus lassen wir unerörtert, da er zum Theil von selbst aus der Abbildung sich erklärt, zum Theil aber nicht hat vorgestellt werden können. Die Trommel D macht z. B. 300 Umgänge in 1 Minute, wonach (bei dem vorhandenen Größenverhältnisse zwischen D und den Spindelrollen E) für die Spindeln 2160 Umläufe folgen. Die Streckwalze M dreht sich $13\frac{1}{3}$ Mal, L nur 1,77 Mal; M hat 2,16 Zoll, L nur 1,5 Zoll Durchmesser; die Peripherie-Geschwindigkeit beträgt daher für M 90,46 Zoll, für L 8,34 Zoll; das Vorgespinnst wird mithin auf das 10,84fache seiner Länge gestreckt. Durch Auswechslung von Rädern kann dieses Verhältniß nach Erfordern abgeändert werden. Die Leitwalzen K K bekommen gleiche Umfangsgeschwindigkeit mit der Walze L. Führen nun die Streckwalzen M 90,46 Zollfaden in 1 Minute vor, und drehen sich während derselben Zeit die Spindeln 2160 Mal um, so entstehen auf 1 Zoll Länge des Garns $\frac{2160}{90,46}$, d. i. sehr nahe 24 Drehungen.

Spinnen des Werges auf Maschinen. Die Verarbeitung des Werges zu Maschinengespinnsten beruht im Wesentlichen darauf, daß dasselbe nach Art der Baumwolle gekratzt und auf der Kratzmaschine selbst in Bänder verwandelt, dann aber ferner auf ähnliche Weise wie der Flachs behandelt wird. Die Kratzmaschinen haben große Aehnlichkeit mit den für Baumwolle gebräuchlichen, unterscheiden sich aber doch von denselben in mehreren wesentlichen Umständen, vorzüglich dadurch:

1. Daß statt der flachen Kratzdeckel über der großen Trommel drei oder mehrere kleine Kratzenzylinder angebracht sind; 2) daß der Kratzenbeschlag sämmtlicher Walzen nicht die ganze Mantelfläche derselben bedeckt, sondern durch schmale Zwischenräume in drei oder vier, etwa 1 Fuß breite, ringförmige Streifen abgetheilt ist, wonach das Ganze in der That wie eine Vereinigung von drei oder vier schmalen Kratzmaschinen erscheint, indem jede Abtheilung eine getrennte Portion Werg bearbeitet und (mittelst eines Trichters und dazu gehöriger Zugwalzen) in ein Band umwandelt; 3) daß der Beschlag viel stärker oder gröber ist, indem die Drahthäkchen aus Eisendraht von der Stärke einer nicht ganz feinen Stricknadel verfertigt und in sehr dickes Leder eingesetzt sind. Man wendet zwei Kratzmaschinen nach einander an, die in den Hauptpunkten der Konstruktion mit einander übereinstimmen. Der Vorkratze wird das Werg aus freier Hand auf einem über Walzen zirkulirenden Tuche ohne Ende vorgelegt. Der Feinkratze (welche einen Beschlag von etwas feineren Häkchen hat) werden die von der Vorkratze gelieferten Bänder dergestalt übergeben, daß man mehrere derselben, bis zu 5 oder 6, für jede der oben erwähnten Abtheilungen zusammenlegt.

Die auf der Feinkratze erzeugten Bänder werden auf Zug- oder Streckmaschinen bearbeitet, dann auf der Vorspinnmaschine in Vorgarn verwandelt und endlich auf Spinnmaschinen zu eigentlichem Garn ausgebildet. Alle diese Maschinen sind in der Hauptsache wie die für Flachs gebaut.

Flachs- und Werggarn werden in England und in den nach englischer Art eingerichteten Spinnereien mit einem Haspel von $2\frac{1}{2}$ Yards Umfang gehaspelt, und 120 Fäden oder 300 Yards machen ein Stück (lea). Ferner ist:

1 Spindle (schottisch)	=	38	leas	oder 11400	Yards
1 Rand	=	6	„	„ 1800	„
1 Dozen (Dutzend)	=	72	„	„ 21600	„
1 Bundle (Bündel)	=	200	„	„ 60000	„

Die Nummern, womit man die Feinheit der Garne bezeichnet, drücken aus, wie viel Stücke (leas) auf 1 Pfund englisch gehen. Also mißt z. B. 1 Pfund von Nr. 30 — 9000 Yards, 1 Pfund von Nr. 100 aber 30000 Yards gesammte Fadenlänge.

Zu einer Flachs- und Wergspinnerei von 2000 Spindeln gehören:

a) Zur Vorbereitung des Flachses: 2 Hechelmaschinen, 3 Anlegmaschinen, jede auf 2 Bänder; 3 erste Zugmaschinen desgleichen; 3 zweite Zugmaschinen, jede auf 3 Bänder; 1 Vorspinnmaschine mit 36 Spindeln.

b) Zur Vorbereitung des Wergs: 2 Vorkratzen; 3 Feinkratzen; 2 erste Zugmaschinen, jede auf 4 Bänder; 2 zweite Zugmaschinen, desgleichen; 1 Vorspinnmaschine mit 24 Spindeln.

c) Zum Feinspinnen: 15 Spinnmaschinen von 120 (zusammen 1800) und 2 von 100 (zusammen 200), überhaupt 2000 Spindeln.

Eine Spindel der Feinspinnmaschinen erzeugt in einem Tage von 12 wirklichen Arbeitsstunden folgende Quantitäten Garn von beigesetzter Feinheit (von feinerem weniger als von gröberem, weil die feineren Garne mehr Drehung haben müssen, also bei derselben Geschwindigkeit der Spindeln ein langsameres Vorziehen des Fadens durch die Streckwalzen bedingen): 10½ Stück (zu 300 Yards) von Nr. 20; 8 St. von Nr. 30; 6¾ St. von Nr. 40 bis 50; 6 St. von Nr. 50 bis 60; 5½ St. von Nr. 60 bis 70; 5¼ St. von Nr. 70 bis 80; 5 St. von Nr. 80 bis 90; 4¾ St. von Nr. 90 bis 100. Wenn die Nummern 20 bis 100 durcheinander gesponnen werden, kann die tägliche Produktion etwa 200 bis 250 Pfund betragen.

Flanell, ein leichter und loser, wenig gewalkter Stoff aus Streichwolle (gekrempelter Schafwolle) von glattem oder geköpertem Gewebe. Er wird nur ein Mal geraubt, und entweder gar nicht, oder nur mit einem einzigen Schnitte geschoren. Die Kette besteht öfters aus Kammwollgarn, bei der geringsten Sorte aus Baumwolle.

Fleckenvertilgung. Wir sprechen zunächst von Vertilgung der Flecken aus Zeugen, besonders Kleidungsstücken, und werden nachher noch Einiges über Entfernung von Flecken aus Papier und Holz hinzufügen.

a) Flecke in weißen Zeugen sind meistens leicht zu beseitigen, weil hier jede Art von Waschung und sonstiger chemischer Behandlung zulässig ist. Fettflecke sind durch Seife, welcher man bei hartnäckigen Flecken, z. B. eingetrockneter Oelfarbe, ein wenig ätzender Kalilauge zusetzen kann, leicht fortzuschaffen. Theer, Wagenschmiere u. dergl. können ebenfalls durch Seife, besser noch durch vorheriges Einreiben mit Butter und darauf folgendes Waschen beseitigt werden. Zwar würden sich auch hier die weiter unten bei gefärbten Zeugen vorkommenden Mittel gegen Fettflecke in Anwendung bringen lassen; wo aber eine Waschung mit Seife irgend zulässig ist, geht sie in Sicherheit und Vollkommenheit des Erfolges allen anderen Mitteln vor.

Tintenflecke so wie Rostflecke vertilgt man aus weißen Zeugen am leichtesten durch Eintauchen oder Betupfen mit mäßig verdünnter Salzsäure, welche der Substanz des Zeuges nicht schadet, wenn nur nach der Zerstörung des Fleckes zuerst mit Regenwasser, darauf mit Seife gehörig gewaschen wird, um die Säure vollständig zu entfernen. Klee-

säure und Sauerkleesalz wirken weniger kräftig, können aber auch dazu gebraucht werden.

Flecke von Fruchtsäften, z. B. Heidelbeeren, Rothwein und dergleichen weichen gewöhnlich schon einer kräftigen Waschung; sollte dies nicht der Fall sein, so tauche man die Stelle in Bleichwasser (unterchlorigsaures Natron), welches in jeder Apotheke zu haben ist; versäume aber nicht, hinterher durch sorgfältiges Waschen das Bleichmittel vollständig wieder zu entfernen. Dasselbe Mittel zerstört sehr leicht die durch langes Liegen an feuchten Orten entstandenen sogenannten Stockflecke. Auch Flecke von blauer Tinte (Indiglösung) in weißen wollenen Stoffen werden durch Bleichwasser schnell zerstört.

b) Flecke in gefärbten Stoffen. Fettflecke entfernt man auch hier am besten durch Waschen mit Seife. Wo jedoch, wie z. B. bei seidenen Stoffen, eine Waschung nicht zulässig ist, sucht man das Fett durch Auflösung zu entfernen. Hierzu eignet sich am besten reiner Schwefeläther. (Verdorbener, durch lange Aufbewahrung sauer gewordener Schwefeläther ist zu vermeiden, weil die in ihm enthaltene Säure der Farbe schaden könnte.) Man legt die befleckte Stelle auf mehrfaches Löschpapier, tröpfelt etwas Aether auf den Fleck, betupft ihn mit einem weichen Bäuschchen, und wiederholt dieses bis zum Verschwinden des Fleckes. Denselben Zweck erfüllt auch Terpenthinöl, vorausgesetzt, daß es ganz frisch rektifizirt und dadurch von allem Harz befreit wurde; eine Bedingung, die nicht so leicht zu erfüllen ist, weßhalb dem Aether der Vorzug gebührt. Gewöhnlich findet man, nachdem der Fleck selbst verschwunden ist, in einiger Entfernung um denselben einen wolkigen Rand, von einem geringen Rest des Fettes herrührend, das sich hier aus der Auflösung abgesetzt hat. Um diesen zu beseitigen, bestreicht man ihn mit in Wasser aufgeweichtem Pfeifenthon und läßt diesen trocknen. Das Fett wird von dem Thon eingesogen, der sich dann durch Klopfen beseitigen läßt. Oder, man umgebe den Fettfleck vor Anwendung des Aethers mit einem Rand von aufgelöstem Gummi arabicum, um die Poren des Stoffes hier zu verstopfen, lasse ihn trocknen und entferne nun den Fleck mit Aether. Ist dies geschehen, so beseitigt man das Gummi mit Wasser, worauf, wenn alles richtig ausgeführt wurde, kein Fettrand zu bemerken sein wird. Wir rathen jedoch, bei sehr delikaten Farben auf seidenen Stoffen vorerst einen Probeversuch mit einem absichtlich auf einem Läppchen desselben Stoffes gemachten Fettfleck anzustellen.

Bei weniger empfindlichen Stoffen leistet ein wiederholtes Betupfen mit zubereiteter Ochsengalle (m. s. Galle) gute Dienste; so wird dieses Mittel häufig beim Reinigen tuchener Kleidungsstücke in Anwendung gebracht, besonders um den im Kragen der Röcke sich ansammelnden, aus Fett und Staub bestehenden Schmutz zu entfernen.

Talgflecke beseitigt man leicht durch Aether oder Terpenthinöl, nachdem durch gelinde Erwärmung das Fett zum Schmelzen gebracht worden; Wachsflecke durch Befeuchten mit Weingeist und darauf folgendes Reiben, wobei das Wachs in Pulverform sich ablöst.

Oelfarbe muß wo möglich sogleich und vor dem Eintrocknen mit Galle oder Terpenthinöl weggenommen werden, wobei es jedoch nicht immer gelingt, die letzten Reste des in die Poren des Gewebes eingedrungenen Farbstoffes ganz zu entfernen. Ist Oelfarbe ein Mal erhärtet, so löst sie sich sehr schwer auf; am besten ist es dann, sie mit Butter zu bestreichen, diese mehrere Tage lang darauf zu lassen und nun Terpenthinöl in Anwendung zu bringen.

Fleckkugeln zum Ausmachen von Fettflecken werden folgendermaßen

verfertigt: Man nimmt durch Schlämmen von allem Sande vollständig gereinigten Walkthon oder Pfeifenthon und mischt 1 Pfund davon mit 1 Pfund Soda, 1 Pfund Seife und einer, durch anhaltendes Schlagen bewirkten Mischung von 1 Pfund Ochsengalle mit dem Gelben von 16 Eiern. Das Ganze wird auf einem Reibstein sorgfältig gerieben und zu kleinen Kugeln geformt. Beim Gebrauch schabt man ein wenig davon mit einem Messer ab, macht es mit etwas Wasser zu einem Teig und reibt damit den Fleck. Auf sehr zarten Farben sind diese Fleckkugeln ihres Alkali- und Seifengehaltes wegen nicht anwendbar.

Tinte- und Rostflecke können aus gefärbten Zeugen nur dann entfernt werden, wenn die Farbe durch die nothwendig anzuwendende Säure (Kleesäure) nicht leidet; bei delikaten, durch Säure sich verändernden Farben ist die Vertilgung eines Tinten- oder Rostfleckes geradezu eine Unmöglichkeit.

Ist auf schwarz oder dunkel gefärbten Zeugen durch eine stärkere Säure, z. B. Schwefel- oder Salzsäure ein rother Fleck entstanden, so verschwindet er beim Betupfen mit Ammoniak (Salmiakgeist) augenblicklich; ist aber ein solcher Fleck sehr alt, so kann es sein, daß er nur unvollkommen oder gar nicht verschwindet.

Ist jedoch der Fleck durch wirkliche Zerstörung des Farbstoffes entstanden, wie dies bei Einwirkung von Salpetersäure, oder durch Aufbewahrung von gefärbten Stoffen in feuchtem Zustande (Stockflecke) geschehen kann, so bleibt kein anderes Auskunftsmittel, als die Stelle neu zu färben, wozu allerdings praktische Kenntniß der Färberei unerläßliche Bedingung ist.

Flecke auf Papier. Um Fettflecke von Papier zu vertilgen, bedient man sich am besten des Aethers. Man legt die Stelle auf eine Unterlage von vielfach doppeltem Löschpapier, gießt einige Tropfen Aether auf den Fleck, bedeckt, ohne dem Aether zum Trocknen Zeit zu lassen, die Stelle mit mehrfach zusammengelegtem Löschpapier und bringt das Ganze sogleich unter eine kräftige Presse. Dieselbe Prozedur wird so lange wiederholt, bis der Fleck verschwunden ist.

Tintenflecke zerstört man am besten mit einer konzentrirten Auflösung von Kleesäure. Ist die schwarze Farbe verschwunden, so legt man das Papier zwischen Löschpapier und preßt es, worauf man die Stelle mit reinem Wasser befeuchtet, dann abermals zwischen Löschpapier preßt und dieses bis zur gänzlichen Entfernung sichtbarer Spuren der Operation wiederholt.

Flecke auf Holz. — Für Fettflecke wissen wir kein besseres, als das allgemein bekannte Mittel zu empfehlen, den Fleck nämlich mit in Wasser oder Branntwein aufgeweichtem Pfeifenthon zu bestreichen, und denselben bis zur völligen Trocknung auf der Stelle zu lassen. Zeigt sich nach dem Abnehmen des Thons der Fleck noch, so wiederholt man dieselbe Behandlung. — Bürsten der Stelle mit heißer Sodalauge ist ebenfalls sehr wirksam; nur wird das Holz dadurch gelblich, welche Farbe sich freilich hinterher durch verdünnte Schwefelsäure beseitigen läßt.

Zur Zerstörung von Tinteflecken auf weißem Holz bedient man sich am besten der verdünnten Salzsäure. Ist der Fleck verschwunden, so suche man durch kräftiges Scheuern der Stelle mit Regenwasser (nicht Brunnenwasser, oder gar Seife) die Rückstände der Operation zu entfernen.

Fliegenstein (Scherbenkobalt) ist metallisches Arsenik. Es besitzt äußerlich eine dunkelgraue Farbe und keinen Glanz, auf frischen Bruchflächen hellgraue Farbe, Metallglanz und ein feinkörniges Gefüge. Auf Kohle vor dem Löthrohr erhitzt verflüchtigt es sich unter Entwickelung

eines widerlichen knoblauchartigen Geruches. Es wird hier und da als Fliegenpulver benutzt.

Flintenschrot. Die Verfertigung desselben geschah früher allgemein auf die Art, daß man das gehörig legirte Blei geschmolzen durch ein Sieb herabtröpfeln und in kaltes Wasser fallen ließ, in welchem die Tropfen erstarrten; eine Methode, die nur sehr unvollkommenes Fabrikat liefern konnte. Wenn nämlich ein Tropfen flüssiges Blei plötzlich durch kaltes Wasser abgekühlt wird, so erstarrt im ersten Moment die äußere Oberfläche, während das innere Blei noch flüssig ist. Wenn dieses demnächst ebenfalls erstarrt und sich dabei zusammenzieht, so muß entweder im Innern eine Höhlung entstehen, oder aber es bildet sich an irgend einer Stelle der Oberfläche eine Vertiefung aus, wie man diese bei Untersuchung der nach dem alten Verfahren fabrizirten Schrotkörner so häufig bemerkt.

Gegenwärtig ist allgemein ein weit rationelleres Verfahren angenommen. Man läßt nämlich das Blei von einem hohen thurmartigen Gebäude herabfallen, so daß die Tropfen bereits in der Luft fest werden, und fängt sie nun, nur um sie vollends abzukühlen, in einem Gefäß mit Wasser auf. Der höchste Schrotthurm ist wohl der zu Villach in Kärnthen, dessen Höhe 240 Wiener Fuß beträgt. In Ermangelung hinlänglich hoher Gießthürme bedient man sich dazu eines Grubenschachtes. Das Schrotmetall ist eine Legirung von Blei mit wenig Arsenik. Das quantitative Verhältniß beider Theile richtet sich nach der Beschaffenheit des Bleies; je weicher und reiner das Blei, um so mehr Arsenik muß ihm zugesetzt werden. Auf 1000 Pfund Blei rechnet man hiernach 3 bis 8 Pfund weißen Arsenik oder Operment.

Meistens wendet man hartes Blei an, weil es wohlfeiler ist und dem Zwecke hinlänglich gut entspricht. Um die Legirung darzustellen, setzt man entweder bei jedem Schmelzen das nöthige Arsenik hinzu, oder man bereitet eine größere Quantität einer stark arsenikhaltigen Legirung, und setzt nachher von dieser beim Bleischmelzen die nöthige Menge zu.

Als Kennzeichen der richtigen Zusammensetzung der Legirung kann die Form der Schrotkörner dienen. Sind diese nämlich linsenförmig, so enthalten sie zu viel Arsenik; sind sie dagegen an einer Seite flach oder gar mit einer Vertiefung, so haben sie zu wenig Arsenik.

Die Erfinder des neuen Verfahrens, Ackerman und Martin, beschreiben dasselbe folgendermaßen: Man schmelzt 2000 Pfund weiches Blei in einem großen eisernen Topfe, und bedeckt es in der Nähe des Randes mit etwa zwei Schaufeln voll Holzasche, läßt aber die Mitte davon ganz frei, und trägt nun in der Mitte etwa 40 Pfund Arsenik ein. Man bedeckt dann den Topf mit einem eisernen Deckel und verstreicht die Fugen schnell mit Lehm oder Mörtel, um die arsenikalischen Dämpfe am Entweichen zu verhindern. So läßt man das Ganze unter mäßigem Feuern etwa 4 Stunden lang stehen; nimmt dann den Deckel ab, reinigt die Oberfläche sorgfältig, und gießt das Metall in Blöcke von 150 Pfund. Beim Gebrauch wird von dieser Legirung ein Block mit 1000 Pfund ordinärem Blei zusammengeschmolzen. Um zu untersuchen, ob das Metall von richtiger Beschaffenheit ist, nimmt man ein wenig davon in einen mit kleinen Löchern versehenen Schaumlöffel und läßt das durchtröpfelnde Blei aus einiger Höhe in einen Behälter mit Wasser fallen. Je nachdem sie nun mehr linsenförmig, oder an der einen Seite abgeplattet sind, muß entweder noch mehr Legirung oder reines Blei zugesetzt werden.

Zinnhaltiges Blei ist nicht zu brauchen, weil es Tropfen von länglich eirunder oder selbst nadelförmiger Gestalt liefert.

Das Gießen geschieht mittelst der Schrotform, einer etwa 10 Zoll im Durchmesser haltenden hohlen Halbkugel von Eisenblech, die mit sehr genau runden, gleich großen Löchern durchbohrt ist. Zu den verschiedenen gröberen und feineren Schrotsorten müssen begreiflicher Weise verschiedene Formen mit größeren und kleineren Löchern vorräthig sein.

Der Durchmesser der Löcher muß betragen für Nr. 0 $^1/_{50}$ Zoll engl.
" " " " " " " " 1 $^1/_{58}$ " "
" " " " " " " " 2 $^1/_{66}$ " "
" " " " " " " " 3 $^1/_{72}$ " "
" " " " " " " " 4 $^1/_{80}$ " "

Von Nr. 5 bis Nr. 9 nimmt der Durchmesser in gleichmäßigen Abstufungen ab, bis er bei der letzteren nur noch $^1/_{360}$ Zoll beträgt.

Gewöhnlich wird mit 3 Formen zu gleicher Zeit gegossen, die in geringer Entfernung von einander sich in einem dreieckigen Kohlenbecken befinden. Während sich dieser Apparat an dem obersten Punkte des Gießthurms befindet, ist genau vertikal unter ihm der Wasserkasten aufgestellt, der bei der Arbeit zur Hälfte mit Wasser gefüllt wird. Durch umgelegte Kohlen wird das Blei in den Formen flüssig erhalten, wobei die angemessene Temperatur genau zu berücksichtigen ist. Für grobe Nummern muß das Bleibad kaum so heiß sein, daß ein wenig Stroh, in dasselbe eingetaucht, sich schwach bräunt; für feinere Nummern darf sie schon höher sein.

Feinere Schrote erfordern natürlich, da sie weit leichter erstarren, eine weniger große Fallhöhe, als gröbere; so reicht für Nr. 4 bis 9 eine Fallhöhe von 100 Fuß hin, während gröbere Sorten 150 bis 200 Fuß erfordern. Soll nun das Gießen beginnen, so wird in größeren Schrotfabriken gewöhnlich eine Quantität von 4000 bis 6000 Pfund Blei eingeschmolzen. Die Oberfläche desselben überzieht sich dabei mit einer weißen schwammigen Oxydkruste, welche bei dem Gießen eine wichtige Anwendung findet. Mit diesem Oxyd nämlich bedeckt man die Formen auf der Innenseite, um so die Löcher theilweise zu verstopfen; denn ließe man die Formen ganz rein, die Löcher ganz frei, so würde das Blei so schnell hindurchfließen, daß die Tropfen eine längliche Gestalt erhielten. Gerade das langsame Hindurchsickern des Bleies durch die mit Bleiasche bedeckten Löcher ist eine der wesentlichsten Bedingungen zum Gelingen der Arbeit.

Ist nun Alles in Bereitschaft, so trägt der Arbeiter die Bleiasche in die Formen, und drückt sie überall in einer dünnen Lage an, gießt nur etwas Blei hinein und ersetzt dieses, in dem Maße wie es durchtröpfelt, stets durch neues.

Die Schrotkörner werden nachher aus dem Wasserkasten herausgenommen und durch Siebe sortirt; denn selbst wenn die Löcher der Formen von ganz gleicher Größe sind, fallen doch die Schrote nicht von einerlei Größe aus. Der mittlere Theil dieser Formen nämlich, der von den Kohlen weniger stark erhitzt wird, liefert jederzeit gröbere Schrote, als die in der Nähe der Peripherie liegenden, stärker erhitzten Theile. Außerdem wird auch oft mit mehreren Formen, von verschiedener Größe der Löcher, zu gleicher Zeit gearbeitet.

Die zum Sortiren dienenden Siebe haben 10 Zoll Breite und 16 Zoll Länge, bestehen aus Eisenblech, und werden gewöhnlich zu je zwei Stück, deren Löcher der Größe nach aufeinander folgen, aufeinander befestigt. Wenn z. B. die Siebe zu Nr. 1 und 2 verbunden sind, und

man gibt das rohe Schrot in das obere, so bleiben die größten Körner Nr. 0 darin zurück, während alle anderen in das zweite Sieb fallen, in welchem Nr. 1 zurückbleibt, Nr. 2 aber und alle übrigen feineren Nummern hindurchgehen, u. s. f.

Nachdem nun die Schrote der Größe nach sortirt sind, ist es noch nöthig, sie auch der Form nach zu sortiren, um nämlich alle nicht genau runden Körner zu beseitigen. Diese auf den ersten Blick vielleicht schwierig scheinende Aufgabe wird durch ein eben so einfaches, wie unfehlbares Mittel gelöst. Man hat nämlich sehr ebene, mit einem vorspringenden Rande versehene Platten von etwa 27 Zoll Länge und 16 Zoll Breite (geschliffene und polirte Spiegeltafeln eignen sich hierzu am allerbesten), welche genau horizontal gerichtet werden, und auf deren eines Ende man eine kleine Portion, etwa eine Hand voll, Schrot auflegt. Jetzt wird die Tafel sehr wenig geneigt, und sanft hin und hergeschüttelt, wobei denn die vollkommen runden Körner herabrollen, während alle übrigen zurückbleiben, die man dann wieder einschmelzt.

Endlich folgt noch eine letzte Bearbeitung, wodurch die Schrote die nöthige Glätte und Politur erhalten. Sie werden zu dem Ende nebst einer Portion Graphit in ein kleines, horizontal liegendes, achteckiges Faß gegeben, das mittelst einer durchgehenden eisernen Achse gedreht wird. Indem sich hierbei die Körner an einander reiben, runden sie sich noch vollständiger ab und erhalten zugleich den feinen Graphitüberzug, der theils des Ansehens wegen, theils aber auch zu dem Ende gegeben wird, um das Blei bei längerer Aufbewahrung vor der Oxydation zu schützen.

Um die Anlage eines thurmartigen Gebäudes zu ersparren, ist der Vorschlag gemacht worden, zum Gießen einen niedrigen, vielleicht 40 bis 50 Fuß hohen Zylinder zu benutzen, durch welchen von unten mittelst eines Ventilators ein so kräftiger Luftstrom getrieben wird, daß er das Blei, trotz der geringen Höhe, zum Erstarren bringt. Es ist aber kaum zu bezweifeln, daß die Betriebskosten eines solchen Ventilators die Zinsen der Anlagekosten eines hinlänglich hohen Gebäudes bei weitem übersteigen werden.

Flittern, kleine runde oder anders gestaltete, theils glatte, theils verzierte, jedenfalls sehr dünne Metallplättchen, welche vorzugsweise in der Gold- und Silberstickerei gebraucht werden. Man unterscheidet sie in Drahtflittern und Folieflittern.

Die Drahtflittern, welche am meisten gebräuchlich sind, werden aus Ringelchen von echtem oder unechtem Gold- und Silberdrahte gebildet, indem man diese auf einem fein polirten Amboße mit einem ebensolchen Hammer flachschlägt; sie behalten dabei eine Oeffnung im Mittelpunkte, welche zum Aufnähen dient. Man läßt sie entweder glatt wie sie sind, oder schlägt sie nachträglich auf einer Bleiunterlage mittelst eines stählernen Stempels, durch den sie entweder eine stark vertiefte Gestalt (Hohlflittern) oder Verzierungen von Strichen, Punkten &c. bekommen (Krausflittern).

Das Material zu den Folieflittern ist echte oder unechte Gold- und Silberfolie (s. Folie), aus welcher man mittelst stählerner scharfschneidiger Punzen oder Ausschlageisen auf einer bleiernen Unterlage Stückchen von runder, sternförmiger, rosenförmiger, blumenblattähnlicher &c. Gestalt aushaut.

Florettseide s. Seide.

Fluß. Mit diesem Worte bezeichnet man in der technischen Chemie eine jede Substanz, die durch ihren Zusatz zu einem Erze oder irgend einem erdigen Körper die Schmelzbarkeit derselben erhöhet.

Man unterscheidet verschiedene Arten. Unter weißem Fluß versteht man den Rückstand von der Verpuffung einer Mischung von 2 Theilen Salpeter und 1 Theile Weinstein. Dieser Rückstand ist eigentlich nichts weiter, als kohlensaures Kali.

Schwarzer Fluß entsteht durch Verpuffen von gleichen Theilen der eben genannten Salze. Da hier der Salpeter nicht hinreicht, den in der Weinsäure enthaltenen Kohlenstoff vollständig zu oxydiren, so bleibt ein Theil Kohle in Substanz zurück und ertheilt der Masse eine schwarze Farbe. Dieser schwarze Fluß dient hauptsächlich seines Kohlengehaltes wegen bei Metallreduktionen.

Außer dem weißen und schwarzen Fluß werden noch mehrere andere Körper, z. B. Kalkstein, Flußspath, Borax, auch Metalloxyde, wie Bleioxyd, zu Flußmitteln benutzt.

Flußspath. Eine Verbindung von Kalk mit Flußsäure, oder richtiger von Kalzium mit Fluor. Ein besonderes, mit verschiedenen Erzen auf Gängen vorkommendes Mineral. Er findet sich häufig in würfelförmigen Krystallen, mit vierfachem Blätterdurchgang, nach den vier Richtungen der Flächen eines regulären Oktaëders. Das spezif. Gewicht ist = 3,1 bis 3,2. Er ritzt den Kalkspath, wird aber von Feldspath, ebenso von einer Stahlspitze geritzt. Im reinsten Zustande ist er farblos, gewöhnlich aber kommt er mit lebhaften, oft sehr schönen Farben gefärbt vor; nicht selten sogar zeigt er an einem und demselben Exemplare verschiedene Farben. In kleinen Stückchen bis zu einer dem Glühen nahe kommenden Temperatur erhitzt, phosphoreszirt er sehr stark mit angenehm violettem Licht. Vor dem Löthrohre kommt er, wiewohl schwierig, zum Fluß. Pulverisirt und in einem metallenen Gefäß mit Schwefelsäure zu einem Brei angerührt und gelinde erhitzt, entwickelt er Dämpfe von Flußspathsäure, die sich durch die Eigenschaft auszeichnen, in Glas zu ätzen.

Er findet sich besonders ausgezeichnet auf den Bleiglanzgängen in Derbyshire, dann in Sachsen und Böhmen mit Zinnstein, und an sehr vielen anderen Punkten. Die schön gefärbten Flußspathe von Derbyshire werden auf der Drehbank zu Vasen, Flakons und andern ähnlichen Gegenständen verarbeitet, und nehmen eine sehr gute Politur an. Außerdem wird Flußspath, wo er in hinlänglicher Quantität vorkommt, als Flußmittel bei verschiedenen Schmelzprozessen, besonders bei der Eisengewinnung zugesetzt, daher der Name. Endlich dient er in der Chemie zur Darstellung der Flußsäure und zum Aetzen in Glas.

Folie. Dieser Name bezeichnet verschiedene durch Kunst dargestellte Arten dünner und glänzender Blätter. Es gehört dahin die Leimfolie (Hausenblasenfolie), welche entsteht, indem man den aus Hausenblase gekochten dickflüssigen und klaren Leim auf eine schwach geölte polirte Spiegelglasplatte gießt, eine zweite solche Platte darauf legt und beide in dem Maße aneinanderpreßt, daß der Leim zwischen ihnen sich zu einer dünnen gleichmäßigen Schicht ausbreitet. Nach dem Erstarren wird die obere Platte abgenommen und später die gänzlich getrocknete Folie von der untern abgelöst. Durch Zusatz verschiedener farbiger Tinkturen bei Auflösung der Hausenblase wird die Folie gelb, roth, grün, blau, violett ꝛc. gefärbt, ohne Beeinträchtigung ihrer Durchsichtigkeit.

Die meisten Folien bestehen aus Metall und sind demnach die dünnsten

Arten von Blech. Hier ist zu erwähnen die Zinnfolie (Stanniol), sehr dünn geschlagenes oder gewalztes Zinn, welches hauptsächlich (mit Quecksilber zum Belegen — Foliiren — der Spiegelgläser dient; die Messingfolie oder das Rauschgold, Knittergold, ein sehr dünnes und durch seine Steifheit stark rauschendes Messingblech; das Rauschsilber, ein ähnliches Fabrikat aus Argentan (Neusilber); die Kupferfolie aus Kupfer; die unechte Silber- und Goldfolie, ein sehr zartes versilbertes oder vergoldetes Kupferblech; die echte Silberfolie, feines Silberblech; endlich die echte Goldfolie, ein eben solches, aber vergoldetes Silberblech. Die Zinn- wie die echten und unechten Silberfolien seltener Messing- und Kupferfolie) werden zu gewissen Verwendungen (roth, grün, blau 2c. gefärbt, indem man sie mit Hausenblasenleim überzieht, welchem eine entsprechende farbige Tinktur beigemischt ist, so daß der Metallglanz durch den Ueberzug hindurchschimmert.

Formschneidekunst oder Formstecherei, auch Modelstecherei, heißt die Kunst, hölzerne mit Relief-Figuren versehene Druckformen (Model) zum Aufdrucken der Farben 2c. auf Kattun und andere gewebte Stoffe, so wie Wachsleinwand, Papiertapeten, Buntpapier und Spielkarten anzufertigen. Dieses Geschäft ist sonach ein Zweig der Holzschneidekunst, liefert aber im Allgemeinen nur Erzeugnisse von weniger feiner und zarter Ausführung, als der für die Buchdruckerpresse arbeitende Holzschnitt im engeren Sinne des Wortes, welcher auf der höchsten Stufe seiner Ausbildung den schönen Künsten angehört und neben dem Kupferstiche als würdiger Konkurrent einhergeht.

Die zu Druckmodeln bestimmten Holztafeln werden gewöhnlich aus drei, zusammen etwa 3 Zoll dicken Schichten verleimt, von welchen die unterste und mittlere aus Tannen- oder Lindenholz (mit sich kreuzendem Fasernlaufe auf einander gelegt), die oberste aus Birnbaumholz besteht. In dem Birnbaumholze wird die Zeichnung so ausgeschnitten, daß die zum Abdruck bestimmten Theile hoch stehen bleiben. Auf die sorgfältig geglättete, mit weißer Leimfarbe dünn überzogene Fläche wird der Dessin durch Abpausen (Kalkiren) von einer Zeichnung übertragen, worauf man alle Linien desselben mit Bleistift nachzieht. Dann wird Alles, was vertieft sein muß, theils mit einem feinen spitzigen Messer herausgeschnitten, theils mit verschiedenen meißelartigen Stecheisen herausgestochen.

Feine Linien, kleine Punkte und manche andere Theile, welche im Holze entweder zu mühsam auszuführen oder zu wenig haltbar sein würden, bildet der Formstecher durch Einschlagen von geraden oder erforderlich gebogenen Messingblechstreifchen oder Stiften aus Messingdraht, welcher zu diesem Zwecke nicht nur rund, sondern auch halbrund, sternförmig, halbmondförmig, oval u. s. w. gezogen wird.

Frankfurter Schwarz. Eine schwarze Malerfarbe, die durch Verkohlung von sorgfältig gewaschenen Weinreben bereitet und daher auch Rebenschwarz genannt wird.

Franzbranntwein, s. Branntweinbrennerei, Seite 341.

Frischen, s. Blei S. 262, und Eisen S. 582, 586.

Fritte, s. Glasfabrikation.

Fuhrwerk. (Allgemeine Grundsätze.) — Da der Name Fuhrwerk bekanntlich von den verschiedensten Vorrichtungen gebraucht wird, so ist

ausdrücklich zu bemerken, daß hier darunter nur Karren und Wagen oder zweirädrige und mehrrädrige Transportmittel verstanden werden sollen. Um von der zweckmäßigen Einrichtung dieser so höchst wichtigen Apparate deutliche Ansichten zu erwerben, ist es erforderlich, einige Sätze voranzuschicken, welche die Physik und Mechanik bei der Lehre von der Reibung näher entwickeln und beweisen.

Zwei feste Körper, welche mit ihren Oberflächen und einem gegenseitigen Drucke an einander herbewegt werden, zeigen — unabhängig von allen sonstigen Verhältnissen — einen Widerstand gegen die Bewegung, welcher mit dem Namen Reibung oder Friktion belegt wird. Wenn die Theile der Fläche in Bewegung gerathen, so hat jeder Punkt eine augenblickliche Richtung, die normal gegen das Perpendikel der gemeinschaftlichen Berührungs-Ebene gerichtet ist, und die Richtung der Kraft, welche irgend einen Punkt wirklich forttreibt, muß ebenfalls rechtwinklig gegen die Richtung des gegenseitigen Druckes gestellt sein. Die Reibung als Widerstand gegen die Bewegung ist längs der Oberfläche der Richtung der Bewegung stets geradlinig entgegengesetzt, und also auch rechtwinklig auf die Richtung des Druckes. Neben der Reibung ist nun in manchen Fällen die Anhaftung oder Adhäsion der bewegten Flächen wesentlich mit zu berücksichtigen; zunächst soll indessen davon abgesehen werden.

Man unterscheidet zwei Arten von Reibung, nämlich: gleitende und wälzende. Gleitende Reibung findet Statt, wenn verschiedene Theile des einen Körpers mit demselben Theile des andern allmälig in Berührung kommen. Man pflegt dabei noch schiebende und drehende Reibung zu unterscheiden; erstere zeigt sich bei dem einfachen Fortschieben eines Körpers auf einer Unterlage; letztere bei dem Bewegen eines Zapfens in seiner Pfanne. Bei der wälzenden Reibung, wie sie sich z. B. bei dem Fortrollen einer Walze zeigt, treten allmälig von beiden Flächen verschiedene Theile mit einander in Berührung.

Als Ursache der Reibung erkennt man die natürliche Rauhigkeit der körperlichen Oberflächen, welche durch Poliren und andere Mittel zwar bis zu einem gewissen Grade vermindert, jedoch nie ganz beseitigt werden kann. Es gibt für diese Rauhigkeit keinen Maßstab, sondern sie läßt sich nur in ihrer Wirkung durch Vergleichung mit anderen Zuständen derselben Art auffassen. Im Allgemeinen zeigen gleichartige Körper stärkere Reibungen gegen einander als verschiedenartige, und es erklärt sich diese Thatsache sehr einfach daraus, daß bei der ersteren die gegenseitigen kleinsten Erhabenheiten und Vertiefungen mehr und gleichmäßiger in einander greifen und passen, als dies bei verschiedenartigen Körpern der Fall sein kann. Eine höhere Temperatur, wie sie besonders durch Reibung selbst eintreten kann, vermehrt den Widerstand oft sehr bedeutend

Als wesentliche Sätze, welche die Erfolge der Reibung darlegen, kann man die nachstehenden ansehen:

a) Die Größe der Reibung ist, unter sonst gleichen Umständen, dem Drucke proportional, mit welchem die Flächen an einander herbewegt werden.

b) Bei gleichem Drucke ist die Größe der Reibung unabhängig von der Ausdehnung der sich reibenden Flächen, vorausgesetzt jedoch, daß diese nicht bis zu einer einschneidenden Kante oder Spitze verkleinert sind. Diese sehr wichtige Thatsache findet ihre Erklärung darin, daß bei Vergrößerung der Fläche der Druck in entsprechendem Maße an jeder Stelle abnimmt, daher die gegenseitigen Rauhigkeiten nicht mehr so stark wie früher in einander greifen können; und daß bei Körpern, deren Theile

in starrer Verbindung stehen, das Aufheben und Bewegen einer Stelle das gleichzeitige Loslassen aller andern herbeiführt und bedingt.

c) Die Reibung, um aus der Ruhe in Bewegung überzugehen, ist größer als diejenige, welche während der Bewegung wahrgenommen wird. Die Zeiten, welche bei ruhenden Körpern verfließen, ehe sich der größte Werth des Reibungswiderstandes zeigen kann, sind übrigens so verschieden, daß eine allgemeine Angabe nicht möglich ist.

d) Gleitende Reibung zeigt einen ungleich größeren Widerstand als wälzende, welches sich leicht daraus erklärt, daß bei letzterer ein hebelartiges Losheben der sich berührenden Theile Statt findet, welches bei ersterer offenbar nicht eintreten kann; vielmehr erfordert diese, um die Bewegung eintreten zu lassen, häufig ein gewaltsames Abbrechen und Umbiegen der widerstehenden Theile.

e) Die verschiedenen Geschwindigkeiten während der Bewegung zeigen nur einen unmerklichen Einfluß auf die Größe der Reibung.

Man ist übereingekommen, den Werth oder den Widerstand der Reibung durch einen Bruch auszudrücken, dessen Nenner den jedesmaligen Druck angibt, womit die Flächen an einander gepreßt sind, und dessen Zähler denjenigen verhältnißmäßigen Theil dieses Druckes darlegt, welcher als bewegende Kraft angewendet werden mußte, um die Bewegung eintreten zu lassen oder zu erhalten. Diese Zahlen, welche durch umfassende Erfahrungen in jedem besonderen Falle festgestellt worden sind, werden Reibungs-Koeffizienten oder Reibungsfaktoren genannt. So würde z. B. der Reibungs-Koeffizient $^1/_4$ andeuten, daß bei zwei reibenden Körpern, denen diese Zahl angehört, jedes Mal der vierte Theil des stattfindenden Druckes als Kraft verwendet werden müsse, um die Reibung zu überwinden. Natürlich sind jedoch alle Werthe, die auf diese Weise gefunden und in Tabellen niedergelegt sind, nur Mittelzahlen, welche innerhalb gewisser Grenzen einen genügenden Grad von Zuverlässigkeit für die Ausübung darbieten, ohne auf absolute Genauigkeit Anspruch zu machen, wie sich dies wegen der großen Abweichung in der natürlichen Beschaffenheit von solchen Substanzen derselben Art, wie sie hier vorkommen, zum Voraus denken ließ.

Ohne in Einzelheiten über die Auffindung der Reibungs-Koeffizienten einzugehen, kann man folgende als die wichtigsten Mittelzahlen bemerken:

I. Gleitende Reibung der Ruhe.

1. Schiebende Reibung, zunächst in trocknem Zustande.

Eichen auf Eichen $^3/_7$; Kiefer auf Kiefer $^7/_{12}$; Ulmen auf Ulmen $^6/_{13}$; Eichen auf Kiefer $^2/_3$; Eichen auf Guajak $^4/_{10}$; Eisen auf Eisen $^2/_7$; Kupfer auf Eisen $^3/_7$; Eisen auf Eichen $^1/_5$; Kupfer auf Eichen $^2/_{11}$; Messing auf Eisen $^1/_{15}$.

Mit Talg geschmiert ergaben sich folgende Zahlen:

Eichen auf Eichen $^2/_5$; Kupfer auf Eisen $^1/_{10}$; Eisen auf Eichen $^1/_{12}$.

2. Drehende Reibung.

Kupfer auf Eisen (trocken) $^2/_{11}$; mit Talg geschmiert $^1/_{11}$; Eisen auf Guajak (trocken) $^1/_{15}$; mit Talg geschmiert $^1/_{20}$.

II. Gleitende Reibung der Bewegung.

1. Schiebende Reibung, trocken.

Eichen auf Eichen $^1/_2$; Kiefer auf Kiefer $^1/_6$; Ulmen auf Ulmen $^1/_{10}$; Eisen auf Eisen $^2/_7$; Kupfer auf Eisen $^1/_6$; Eisen auf Eichen $^1/_6$; Kupfer auf Eichen $^1/_{12}$.

Mit Talg geschmiert:

Eichen auf Eichen $^1/_{17}$; Eisen auf Eisen $^1/_{10}$; Kupfer auf Eisen $^1/_{11}$; Eisen auf Eichen $^1/_{25}$; Kupfer auf Eichen $^1/_{41}$.

2. Drehende oder Zapfen-Reibung nach Morin.

Angabe der sich reibenden Körper.	Zustand der Reibungsflächen und Gattung der Schmieren.						
	Trocken oder wenig fettig	Fettig und mit Wasser benetzt	Oel, Talg oder Schweinefett		Sehr weiche u. gereinigte Wagenschm.	Schweineschmalz mit Graphit	Fettig
			Auf gewöhnliche Art	sehr gut unterhalten			
Bronze auf Bronze	—	—	0,097	—	—	—	—
Gußeisen auf Bronze . . .	—	—	—	0,049	—	—	—
Schmiedeisen auf Bronze .	0,251	0,189	0,075	0,054	0,090	0,111	—
Schmiedeisen auf Gußeisen	—	—	0,075	0,054	—	—	—
Gußeisen auf Gußeisen . .	—	0,137	0,075	0,054	—	—	0,137
Gußeisen auf Bronze . . .	0,194	0,161	0,075	0,054	0,065	—	0,166
Desgleichen auf Guajakholz	0,185	—	0,100	0,092	—	0,109	0,140
Guajakholz auf Guajakholz	—	—	—	0,070	—	—	—

Hieraus folgt insbesondere für die Praxis, daß es ganz gleichgültig ist, sobald man nur sorgfältig schmiert, ob Zapfen aus Schmiede- oder Gußeisen auf Lagern (Pfannen) aus Gußeisen oder Bronze laufen, natürlich übrigens dieselben Umstände, namentlich gute Bearbeitung der Zapfen, vorausgesetzt.

Der Widerstand der Adhäsion, welcher häufig außer der Reibung stattfindet, wächst im geraden Verhältnisse mit den anhaftenden Flächen und scheint vom Drucke unabhängig zu sein; er ist im Allgemeinen und vergleichungsweise so gering, daß er bei bedeutenden Reibungen, mit denen derselbe verbunden erscheint, vernachlässigt werden kann. Es ist zu bemerken, daß die benutzten Oberflächen der Körper bei allen Versuchen möglichst polirt waren, und daß bei der Verwendung von fettigen Substanzen, wie Talg oder Oel, unter dem Namen von Schmiere, die dadurch eintretende, oft sehr bedeutende Abnahme der Reibung ganz einfach deßhalb erfolgt, weil durch dies Zwischenmittel ein mehr oder weniger vollständiges Ausfüllen der natürlichen Unebenheiten zu Wege gebracht wird. Auch der Erfolg dieses Mittels ist nach Beschaffenheit derjenigen Substanzen, wobei es benutzt wird, sehr verschieden, und es muß von ihm nie mehr verwendet werden, als durchaus nöthig ist.

Es zeigt sich ferner aus Obigem, daß zwar einige harte Hölzer noch geringere Reibung geben, als manche Metalle; allein wegen der ungleich größeren Festigkeit und Dauer der Letzteren werden sie dennoch zu Maschinentheilen und anderen Apparaten meistens vorgezogen.

Die wälzende Reibung zeigt sich stets ungleich geringer als die gleitende, sie steht bei den nämlichen Körpern im geraden Verhältnisse des Druckes und im umgekehrten Verhältnisse mit den Halbmessern oder Durchmessern der Walzen, so daß mithin eine ganz so einfache Bestimmung durch Koeffizienten wie bei der gleitenden Reibung nicht thunlich ist. Eine 6zöllige Walze von Guajak auf eichener Unterlage erfordert bei 100 Pfund Belastung nur 0,6 Pfund zur Bewegung; eine 2zöllige also drei Mal so viel, u. s. w. Eine 6zöllige Walze von Ulmen auf Eichen bei 1000 Pfund Belastung wurde durch 10 Pfund Kraft in Be-

wegung gesetzt; und aus diesen Angaben läßt sich durch einfache Rechnung die entsprechende Fortsetzung finden, wobei natürlich Alles auf dieselben Einzelheiten bezogen werden muß. Bezeichnet man die Belastungen durch Q und q, die Halbmesser durch R und r und die Widerstände durch W und w, so muß dem Vorigen zufolge nachstehendes Gesetz über die wälzende Reibung Statt finden:

$$W : w = \frac{Q}{R} : \frac{q}{r}$$

Setzt man hier w, q und r als durch Versuche bekannt voraus und bezeichnet $\frac{wr}{q}$ mit φ, so wird φ der Koeffizient der wälzenden Reibung genannt, und die Kraft W zur Ueberwindung der wälzenden Reibung kann durch die Formel bestimmt werden:

$$W = \varphi \frac{Q}{R}$$

Wird R in preußischen Zollen und Q in preußischen Pfunden ausgedrückt, so ist nach sorgfältigen Versuchen:

$\varphi = 0{,}0184$ für Walzen aus Pockholz } nach Coulomb.
$\varphi = 0{,}0311$ „ „ „ Ulmenholz }

Für gußeiserne Räder von 20 Zoll Durchmesser, welche auf eisernen Schienen laufen:

$\varphi = 0{,}0178$ nach Weisbach in Freiberg.
$\varphi = 0{,}0187$ nach Rittinger in Schemnitz.

Endlich fand Pambour für Eisenräder von circa 38 Zoll Höhe auf schmiedeisernen Schienen:

$\varphi = 0{,}019$ bis $0{,}021$

Bei der Formel $W = \varphi \frac{Q}{R}$ wird vorausgesetzt, daß die Kraft W zum Ueberwinden des Reibungswiderstandes mit einem dem Walzenhalbmesser gleichen Hebelarm wirke und daher mit der Walze einerlei Weg zurücklege; wirkt sonach diese Kraft an einem Hebelarme 2 R, so ist auch der zurückgelegte Weg doppelt so groß und die Reibung unter sonst gleichen Umständen nur halb so groß, d. h.:

$$W' = \varphi \frac{Q}{2R}$$

Ein schönes Beispiel hierzu liefert die im Artikel Eisenbahnen beschriebene und Figur 403 und 404 abgebildete Drehschreibe, wo R den Halbmesser der Laufräder, Q das auf ihnen lastende Gewicht und W' die Kraft bezeichnen würde, die man in der Ebene des Holzbeleges der Scheibe anbringen müßte, um deren Drehung zu veranlassen.

Die hauptsächlichste und entscheidende Bestrebung bei der Einrichtung aller Transportmittel ist bekanntlich dahin gerichtet, die Widerstände gegen die Bewegung so unbedeutend wie möglich zu machen, und abgesehen von der Beschaffenheit der Wege und sonstigen Hindernissen, besteht das vorzüglichste Mittel, jenen Zweck zu erreichen, in der Verminderung der Reibung. Weil nun die wälzende Reibung so äußerst viel geringer ist, als die gleitende, so liegt die Idee sehr nahe, wo möglich durch eine Umänderung der letzteren in die erstere sich dem vorgesteckten Ziele zu nähern, und es hat nicht an vielfachen Vorschlägen gefehlt, wie man geradezu jene Umänderung bewirken könnte. Allein die bis jetzt bekannt gewordenen Erfindungen dieser Art waren entweder ganz unpraktisch, oder ihre Anwendungsfähigkeit ist auf einzelne so seltene Fälle beschränkt, daß eine Benutzung im Großen davon nie zu erwarten steht. Unterge-

legte Walzen unter den fortzuschaffenden Lasten sind ein allbekanntes Mittel, welches nur für kleine Strecken brauchbar ist. Räderwerke, deren Zapfen selbst wieder auf dem Umfange anderer Räder liegen, sogenannte Friktionsrollen, eignen sich nur für geringe Belastungen und sind leicht zerbrechlich, u. s. w. Es bleibt daher für jetzt nichts übrig, als denjenigen Mechanismus kennen zu lernen und darzulegen, der seit Jahrtausenden schon zu diesem Zwecke benutzt ist, nämlich die Fortschaffung der Lasten durch Achse und Rad. Er überträgt die schiebende Reibung in eine drehende am Umfange der Achse, und in eine wälzende am Umfange des Rades. Dabei ist es zunächst gleichgültig, ob die Achse mit dem Rade sich in einer Unterlage dreht oder, wie es gewöhnlicher ist, um die unbewegliche feste Achse sich das Rad allein dreht.

Gelegentlich mag hier angeführt werden, daß die großartigste Verminderung der Reibung, welche bekannt geworden ist, diejenige sein dürfte, wodurch der Granitblock transportirt wurde, auf welchem die Bildsäule Peters des Großen in Petersburg steht. Der Block wog über 3 Mill. Pfund und wurde auf metallenen Kugeln fortgeschafft, so daß mit Anwendung anderer mechanischer Vorrichtungen die gewöhnliche Kraft zum Bewegen einer so außerordentlichen Last dennoch kaum 2000 Pfund zu betragen brauchte.

Wenn man sich eine Schleife mit ihrer Belastung auf Walzen gelegt denkt, und diese Walzen durch die Ausführung als Räder bleibend macht, so hat man hierin die erste und allgemeine Vorstellung des Wagengestelles. Zweirädrige Fuhrwerke heißen bekanntlich Karren, vierrädrige Wagen; Gestelle mit mehr als vier Rädern kommen nur ausnahmsweise vor und verdienen hier keine besondere Berücksichtigung.

Als Grundlage der ganzen Betrachtung sind natürlich die Verhältnisse an einem Rade anzusehen, und es dienen zu ihrer Bestimmung, so weit dieß ohne tieferes mathematisches Eingehen thunlich ist, die nachstehenden Sätze.

Eine oberflächliche Kenntniß der Theile eines Rades und ihrer Namen darf dabei als geläufig vorausgesetzt werden.

Man denke oder zeichne sich als Darstellung des Rades einen Kreis auf horizontaler Grundlinie, und um seinen Mittelpunkt einen zweiten verhältnißmäßig kleinen Kreis als Angabe des Achsschenkels oder der Oeffnung der Nabe. Im ruhenden Zustande pflanzt sich der Druck der Belastung, die auf der Achse liegt, in senkrechter Richtung von der Achse gegen die Nabe, und am Umfange des Rades gegen den Erdboden oder die sonstige Unterlage fort. Es werde eine horizontale Zugkraft angenommen, deren Angriffspunkt die Mitte der Achse ist, und man fragt zunächst nach den Bedingungen des Gleichgewichtes zwischen Kraft und Widerstand. Nun leuchtet ein, daß der Widerstand am Umfange des Rades als eine nach rückwärts gestellte Kraft anzusehen ist, deren Ueberwindung nothwendig mit einem gleichzeitigen Vorrücken der Achse oder einer eben solchen Rückwärtsdrehung des Rades verbunden sein muß. Denn wenn auf glatten Bahnen dieser Widerstand am Umfange fehlt, so dreht sich bekanntlich das Rad nicht, sondern es entsteht so lange eine bloß fortschleifende Bewegung. Alle Verhältnisse also, welche sich der Umdrehung des Rades widersetzen, sind in demselben Sinne Hindernisse des Fortrückens, und umgekehrt. Als erster Widerstand gegen die Drehung des Rades erscheint nun nothwendig diejenige Reibung am Umfange der Achse, welche als drehende Reibung nicht allein einen bestimmten Zahlenausdruck zum Reibungs-Koeffizienten hat, sondern auch an einem Hebelarme wirksam ist, welcher mit dem Halbmesser der Achse übereinstimmt. Bei einem und dem nämlichen Werthe der un-

mittelbaren Reibung steht also, nach bekannten Sätzen, der Erfolg derselben, d. h. hier der Widerstand gegen die drehende Bewegung, in geradem Verhältnisse mit dem Halbmesser oder Durchmesser der Achse. Es wird daher, wenn alles Uebrige unverändert bleibt, der Widerstand in demselben Maße wachsen, wie die Achse dicker wird. Sodann ist als Folge des übertragenen Druckes, wie schon erwähnt, ein rückwärts gestellter Widerstand am Umfange des Rades zu berücksichtigen. Zu seiner Ueberwindung, um die Drehung zu bewirken, hat die Zugkraft, wie leicht zu ersehen, einen Hebelarm, welcher dem Halbmesser des Rades entspricht, und die Bewältigung muß daher um so leichter erfolgen, je größer dieser Halbmesser angenommen war.

Es sind also für jetzt die beiden Momente des Widerstandes, welche hier in Betracht kommen, um so leichter zu überwinden, je kleiner der Hebelarm der drehenden Reibung an der Achse, d. h. je dünner der Schenkel ist, und auf der anderen Seite, je größer der Hebelarm der Zugkraft, d. h. der Halbmesser oder auch die Höhe des Rades ausgeführt wurde. In diesen höchst einfachen Begriffen liegt die theoretische Entwickelung ausgesprochen, wenn man eine vollständige mathematische Darlegung vermeiden will, und es darf dieß um so mehr geschehen, als es sich bald zeigen wird, daß die mathematisch nachzuweisenden Verhältnisse des Widerstandes und die Gesetze des Gleichgewichts keineswegs diejenigen sind, welche im wirklichen Gebrauche entscheiden. Wenn also auch die vorstehende Erörterung nicht auf strenge Begründung Anspruch machen kann, so behält sie dennoch als Resultat die nämliche Wichtigkeit, welche einer weit ausgedehnteren Untersuchung zukommen könnte. Dabei ist auch noch der Einfluß der wälzenden Reibung am Umfange des Rades vernachlässigt, welches um so eher zu rechtfertigen ist, da derselbe vergleichungsweise zu den weit größeren Widerständen, die sich noch nachweisen lassen, in der That als unbedeutend erscheint. Bezeichnet man den Halbmesser des Rades mit R, den der Achse mit r, die Belastung mit Q und den unmittelbaren Reibungskoeffizienten am Umfange der Achse oder des Schenkels mit f, so findet sich für den Fall des Gleichgewichtes die Zugkraft $K = f \frac{r}{R} . Q$, worin die vorhin entwickelten Beziehungen einfach ausgesprochen sind. Es sei z. B. die Belastung 5000 Pfund = Q; Halbmesser des Rades R = 30″; Halbmesser der Achse r = 2″ und der Reibungskoeffizient f = ⅕, so fände sich auf diesem Wege eine Zugkraft K = ⅕ . $^2/_{30}$. 5000 = 66⅔ Pfund, und so in allen ähnlichen Fällen.

Eine vollständige Theorie muß mit einer genauen Erfahrung nothwendig und von selbst übereinstimmen. Nur freilich ist die Gewinnung der letzteren häufig ebenso schwierig, wie die Entwickelung der ersteren, und wenn einseitige Empirie mit gelehrter Einseitigkeit in Zusammenstoß geräth, so ist eine verständige Ausgleichung nicht füglich zu erwarten. Diese Bemerkung gilt in besonderem Grade von manchen Einrichtungen der Fuhrwerke, bei denen fast niemals eine erwägende Theorie dem arbeitenden Handwerker zu Hülfe gekommen ist. Wer z. B. die eben vorstehenden Zahlen näher betrachtet, wird leicht erkennen, daß kein Rad mit solcher Belastung durch eine so winzige Kraft bewegt oder auch nur in den Zustand des Gleichgewichts versetzt werden könnte. Und in der That sind in den früheren Herleitungen sehr wesentliche Umstände außer Acht gelassen, welche für die Anwendung den entschiedensten Einfluß geltend machen. Hierher gehört zuerst die Vertheilung der Last auf wenigstens zwei Räder, wodurch zwar rein theoretisch Nichts geändert wird, desto mehr aber in einzelnen Fällen des wirklichen Gebrauches.

Sodann aber bewirkt die Beschaffenheit der gewöhnlichen Wege und die Konstruktion der Achse (wovon später die Rede sein wird), daß fast ununterbrochen Reibungen an der Seite der Radfelgen, so wie an der Mittelachse oder am Lünz stattfinden, welche unfehlbar viel größere Widerstände gegen die Bewegung hervorrufen, als es die bisher erörterten Beziehungen thun konnten, und in diesen stets einwirkenden, aber auch stets veränderlichen Hindernissen liegt bei Weitem der Hauptgrund für die wirkliche Größe der Zugkräfte, wie die Erfahrung sie fordert.

Ferner sollte die Zugkraft, wie sie durch die Reibung bedingt wird, sich verhalten wie die Quotienten, welche erscheinen, wenn man die Halbmesser der Schenkel durch die Halbmesser der Räder dividirt. Aber diese Behauptung ist nur rein mathematisch, nicht physikalisch richtig. Denn bei zu dünnen Schenkeln entstehen nothwendig Biegungen und dadurch Klemmungen von dem nachtheiligsten Einflusse, und bei zu hohen Rädern würde die Anbringung der Zugkräfte durch die Lage der Stränge nur unvortheilhaft geschehen können. Endlich aber ist wohl zu berücksichtigen, daß ein möglichst hoher Grad von Beweglichkeit geradezu nur auf horizontalem festen Boden von unbedingtem Nutzen sein kann; daß aber bei solchen Verhältnissen des Bodens und der Wege, wo ein Streben des Fuhrwerkes sich rückwärts zu bewegen eintritt, der höchste Grad von leichter Beweglichkeit schon dadurch zum Theil aufgehoben und nutzlos gemacht wird. Nun aber bieten alle gewöhnlichen Wege eine zusammenhängende Kette von Erhabenheiten und Vertiefungen dar, jeder tiefsandige oder weiche Weg bildet vor dem Rade eine augenblicklich entstehende und wieder niederzudrückende Erhöhung, wodurch es dann sehr begreiflich wird, daß die möglichst dünnen Schenkel im wirklichen Gebrauche keineswegs sich so günstig zeigen, wie es theoretisch der Fall sein sollte.

Für eine zweckmäßige Anordnung der Theile des Gestelles der Fuhrwerke müssen nun noch verschiedene einzelne Umstände näher erörtert werden, durch deren Auffassung demnächst das Urtheil geleitet und bestimmt werden muß.

1. Verhältnisse beim Aufwärtsfahren.

So lange die Bewegungen auf einer horizontalen Ebene erfolgen, hat die Zugkraft keine anderen Widerstände zu überwinden, als die bisher verhandelt wurden. Wenn aber das Fuhrwerk bergan fahren soll, so tritt die Schwerkraft als neues Hinderniß, das mit überwunden werden muß, hinzu. Dieser Einfluß wird gefunden, wenn man das ganze Gewicht der Belastung und des Gestells mit der Sinuszahl des Neigungswinkels multiplizirt. Bei einem Ansteigen um 10 Grad ist jene Zahl 0,1736; und wenn also das Gesammtgewicht 5800 Pfund beträgt, so entsteht dadurch ein neuer Widerstand, welcher die erhebliche Größe von 0,1736 $\times$ 5800 Pfund = 1006 Pfund besitzen wird. Man kann hieraus leicht ermessen, welchen bedeutenden Einfluß auch die geringern Steigungsverhältnisse der Wege auf die Vermehrung der Zugkräfte haben. Etwas ganz Aehnliches, nur nicht so leicht darzulegen, findet in sandigen und tiefen Wegen Statt, wo die Reibung an der Seite der Radfelgen noch hinzukommt. Daraus folgt sehr deutlich, wie ganz außerordentlich die Kräfte der Zugthiere und diese selbst geschont werden, wenn die Beschaffenheit der Wege in dieser Hinsicht zweckmäßig angeordnet und erhalten wird. Für das Bergabfahren müßte eine ebenso große Kraft als Hemmung entgegen treten, wenn nicht die Größe der Reibung als vortheilhaft hier einwirkte und eine Verminderung zuließe. Bei zweirädrigem Fuhrwerke zeigt sich beim Bergabfahren noch ein anderer Uebelstand, der später näher erörtert werden muß.

2. Uebersteigen von Hindernissen auf dem Wege.

Ein festes Hinderniß, welches sich auf dem Wege des Rades vorfindet, verlangt ein wirkliches Drehen und theilweises Heben der Last um die zunächst getroffene Kante desselben. Wenn man von dem Mittelpunkte des Rades nach dieser Kante einen Halbmesser zieht und den Winkel angibt, den derselbe mit der senkrechten Richtung einschließt, so zeigt eine leichte Betrachtung, daß der so entspringende Widerstand gefunden wird, indem man das Gesammtgewicht mit der Tangentenzahl dieses Winkels multiplizirt. Ist z. B. der Halbmesser des Rades 3 Fuß und die Höhe eines Hindernisses ½ Fuß, so beträgt jener Winkel 33 Grad, und seine Tangentenzahl 0,6494; bei einem Gesammtgewichte von 5800 Pfund ergibt also dieser Widerstand den sehr bedeutenden Werth von 5800 × 0,6494 = 3766 Pfd. Wäre der Winkel 45 Grad groß, so würde bereits die Zugkraft der ganzen Last gleich sein müssen. Man erkennt sofort, daß höhere Räder jenen Winkel bei sonst gleichen Hindernissen vermindern, also einen viel leichteren Gang geben; auch ersieht man eben so leicht, daß selbst unbedeutend scheinende Hindernisse vom nachtheiligsten Einflusse sein müssen. Obgleich die angeführten Zahlen allerdings sehr große Widerstände ausdrücken, so muß man dabei erwägen, daß für den ernstlichen Fall einige Beziehungen eintreten, welche die Ueberwindung möglich machen und erleichtern. Zuerst befindet sich das Hinderniß regelmäßig doch nur vor einem Rade, und auf diesem ruht nur ein Theil der Last, entweder die Hälfte oder der vierte Theil; dabei bieten die anderen Räder Stützpunkte dar, so daß die zu hebende Last auf eine viel günstigere Weise in die nothwendige Drehung versetzt wird. Sodann kommt das Fuhrwerk nicht im Zustande der Ruhe vor das Hinderniß, sondern die Bewegung, die oft absichtlich vorher beschleunigt wird, bietet ein Moment dar, wodurch mit einer schwungartigen Bewegung die Drehung und Uebersteigung sehr befördert wird. Endlich ist die Anstrengung der Pferde nur augenblicklich nöthig, und können daher oft ganz unverhältnißmäßig große Kraftäußerungen von ihnen geleistet werden.

3. Fester Stand des Gestelles.

Nach bekannten Sätzen der Statik fällt ein Körper um, sobald die Senkrechte, welche von seinem Schwerpunkte herabgelassen wird, aus der Unterstützungs-Ebene hinausfällt. Wenn nun ein Körper um eine bestimmte Seite seiner Grundfläche gekippt oder umgelegt werden soll, so hängt der Widerstand, welcher sich dem entgegenstellt (die sogenannte Stabilität), zunächst von dem Gewichte des Körpers ab, und zwar so, daß ein größeres Gewicht eine vermehrte Gewalt zum Umlegen erfordert; sodann von der Höhe des Schwerpunktes über der Unterstützungs-Ebene, indem mit zunehmender Höhe die Stabilität gleichmäßig verringert wird; endlich von dem Abstande, welchen die Senkrechte aus dem Schwerpunkte von derjenigen Seite der Grundfläche hat, um welche das Kippen oder Umlegen erfolgen soll. Je größer dieser Abstand ist, um so fester steht der Körper, weil alsdann eine stärkere Neigung eintreten muß, damit jene Senkrechte aus dem Bereiche der unterstützenden Fläche hinausfallen kann.

Wendet man diese einfachen Verhältnisse auf das Gestell eines Fuhrwerkes an, so ergibt sich sogleich, daß der Raum zwischen den Rädern hier als die Unterstützungsebene zu betrachten ist; daß die Gesammtlast den halben Abstand der Räder zu ihrem Hebelarme hat, um den festen Stand zu sichern, daß aber eine durch Umstände herbeigeführte umreißende Gewalt die Höhe des Schwerpunktes (welche über der Mitte der Achse liegend angenommen werden kann) vom Erdboden zu ihrem Hebelarme hat. Sobald nun das Fuhrwerk an eine seitwärts geneigte Ebene

gestellt wird, so läßt sich sehr leicht der Winkel der Seitenneigung angeben, bis zu welchem hin das Fuhrwerk schräg gestellt werden kann und dennoch nicht umfallen wird, weil die Senkrechte aus dem Schwerpunkte bis zu dieser Grenze noch innerhalb des durch die Räder bestimmten Raumes bleiben muß. Bei einer halben Spurweite von 30″ und einer Höhe des Schwerpunktes von 36″ wird der Winkel, bis zu welchem die Seiten-Neigung vergrößert werden kann, ohne daß das Umwerfen erfolgt, zwischen 39 und 40 Grad betragen. Das Nämliche wird offenbar eintreten, wenn ein Rad überhaupt niedriger steht, als das andere, gleichgültig, ob dies durch eine seitwärts abhängende Bahn, oder durch Schlaglöcher, einseitige Hindernisse u. dgl. herbeigeführt ist.

Allein in solcher Auszeichnung wird in den Fällen der Anwendung der feste Stand nicht gesichert sein. Das Fuhrwerk kommt in die betrachtete schräge Stellung nicht durch ruhiges Hinstellen, sondern es ist im Zustande der Bewegung und oft der raschen Bewegung begriffen. Dadurch aber entsteht eine schwungartige Seitenbewegung, sobald das eine Rad plötzlich tiefer zu stehen kommt als das andere, und hierdurch wird die Gefahr des Umwerfens bei Weitem größer, als jene Rechnung sie ergab. Uebrigens bleibt es richtig, daß niedrige Räder oder tiefe Lage des Schwerpunktes überhaupt, so wie eine breitere Spurweite den festen Stand wesentlich erhöhen. Es folgt ferner, wie sehr es gerathen ist, auf schlechten Wegen, wo Schlaglöcher und einzelne Hindernisse vorkommen, langsam zu fahren, da jede rasche Bewegung den Seitenschwung und damit die Möglichkeit des Umwerfens vergrößert. Endlich übersieht man schon jetzt, daß der Wagen in dieser Beziehung in überwiegendem Vortheile gegen den Karren steht.

4. Richtung der Zugstränge.

Ohne an dieser Stelle die Art und Weise zu berücksichtigen, wie die Zugthiere und namentlich die Pferde ihre Kraft äußern, wurde bisher angenommen, daß die bewegende Kraft parallel zur Unterlage gerichtet sein müsse. Die Richtung der Zugstränge ist nun gleichbedeutend mit der Richtung der Kraft, und es entsteht die Frage: was für Aenderungen die eigentlich thätige Kraft erleidet, wenn die Zugstränge die parallele Richtung gegen die Unterlage nicht haben? Der Verlust an Kraft ist wenig bedeutend; allein wenn der Angriffspunkt der Kraft höher liegt als die Brusthöhe des Pferdes, so wird der Verlust an Kraft unmittelbar dazu verwendet, um das Fuhrwerk noch fester gegen die Erde zu drücken, so daß dann die Pferde ihrer eigenen Thätigkeit entgegen arbeiten. Zudem lehnt sich das gut abgerichtete Thier im Augenblicke des ersten Anziehens, wo der Widerstand der ruhenden Reibung zu überwinden ist, mit der Brust stets etwas über seine Vorderbeine hinaus, wodurch die Brusthöhe geringer wird; waren also die Stränge eigentlich parallel zur Unterlage, so werden sie nun auf eine höchst ungünstige Weise sich etwas senken. Daher legt man den Angriffspunkt der Stränge an der Mittelachse gern um einige Zoll niedriger als die Brusthöhe der Pferde; dadurch sind die Stränge dann im gewöhnlichen Zuge etwas gehoben, was indeß kein Uebelstand ist, und man vermeidet die nach unten geneigte Richtung im Augenblicke des ersten Anziehens. Durch diese Umstände wird wesentlich mit die zweckmäßige Höhe der Räder bestimmt, wie sich demnächst zeigen läßt.

Wenn man es versuchen wollte, eine vollständige mathematische Theorie auf diese höchst verschiedenartigen, einander gegenseitig bedingenden und stets veränderlichen Umstände der wirklichen Bewegung bei Fuhrwerken auf gewöhnlichen Wegen anzuwenden, so würde sich unfehlbar das Resultat ergeben, daß auch bei Zuziehung des höheren Kalküls keine

Uebereinstimmung mit der Erfahrung zu erreichen sein kann. Man denke sich nur die unendlichen und stets wechselnden Verschiedenheiten eines gewöhnlichen gepflasterten Weges, wo zahllose kleine Hindernisse nach vorn zu überwinden sind, daneben ein beständiges Abgleiten der Räder zur Seite und damit ein vorübergehendes Andrücken des Rades gegen die Mittelachse oder gegen den Lünz eintritt, so daß die Widerstände fast ununterbrochen wechseln; so wird man sich leicht überzeugen, wie undenkbar es ist, auf solche Thatsachen eine erschöpfende Theorie anzuwenden. Eben so schwierige Beziehungen bieten tief sandige und kothige Wege dar, besonders wenn ein Zusammenschlagen des Erdreichs über die Felgen hinzukommt, oder wenn man, wie es hier doch erforderlich sein würde, den Widerstand der Adhäsion mit hinzu zu ziehen versuchte.

Die beständige und große Verschiedenheit, welche in allen solchen Verhältnissen Statt findet, zeigt sich am deutlichsten bei Anwendung eines Kraftmessers, um die Zugkräfte in bestimmten Zahlen darzulegen. Selbst auf ganz ebenen und festen Wegen, bei dem vorsichtigsten Fahren schwanken die beobachteten Zahlenwerthe auf eine kaum glaubliche Weise. Auf Steinpflaster und in tiefen Wegen sind diese Schwankungen so groß, daß nur eine lange fortgesetzte Wiederholung der Beobachtungen dazu führen kann, überhaupt eine Gesetzmäßigkeit in der ganzen Erscheinung zu entdecken.

Die ausgezeichnetsten und umfangreichsten (dynamometrischen) Versuche sind jene, welche der Artillerie-Offizier M o r i n auf Anordnung und Kosten der französischen Regierung angestellt hat. Wir theilen im Nachstehenden die wesentlichsten Ergebnisse dieser Versuche mit, und verweisen übrigens auf unsere Quelle *).

Wir beginnen in tabellarischer Uebersicht mit dem Verhältniß des horizontalen Zuges auf horizontaler Bahn zur fortzuschaffenden Totallast.

(Dabei bezeichnet l die Felgenbreite der Räder, ϱ den Zapfenradius, r_1 den Radius der Vorderräder, r_2 den Radius der Hinterräder. Sämmtliche Maße sind Metermaß.)

*) Expériences sur le tirage des voitures et sur les effets destructeurs qu'elles exercent sur les routes, par M. Morin, Paris 1842.

Beschaffenheit der Bahn.	Frachtwagen $l = 0^m,10$ bis $0^m,12$; $\varrho = 0^m,032$		Karren $l = 0^m,10$ bis $0^m,12$ $\varrho = 0^m,032$		Eilwagen $l = 0^m,10 - 0^m,12$ $\varrho = 0^m,032$		Wagen mit aufgehängten Sitzen $l = 0^m,07 - 0^m,08$ $\varrho = 0^m,027$ $r_1 = 0^m,45$ $r_2 = 0^m,70$	
	$r_1 = 0^m,450$ $r_2 = 0^m,750$	$r_1 = 0^m,55$ $r_2 = 0^m,85$	$r_1 = 0^m,80$	$r_1 = 1^m,00$	$r_1 + r_2 = 1^m,15$			
Erddamm, sehr gut, beinahe trocken . . .	1/27,2	1/31,7	1/36,5	1/45,4	Schritt u. Trab	1/26,1	Schritt u. Trab	1/26,4
Fester Damm mit einer Kieslage von $0^m,03$ bis $0^m,04$ Dicke	1/10,5	1/12,5	1/14,0	1/17,5	" "	1/10,1	" "	1/10,1
Fester Damm mit einer Kieslage von $0^m,05$ bis $0^m,06$ Dicke	1/8,9	1/10,4	1/11,9	1/14,9	" "	1/8,6	" "	1/8,6
Fester Boden auf $0^m,10$ bis $0^m,15$ Höhe mit Kies bedeckt, oder neue Straße . .	1/8,5	1/9,7	1/11,1	1/15,9	" "	1/8,0	" "	1/8,0
Straße mit nichtgebahntem Schnee bedeckt	1/14,5	1/16,7	1/19,0	1/23,8	" "	1/15,7		
Fester Boden mit einer Sandschicht bedeckt, dem Kiesel von $0^m,10$ bis $0^m,15$ Dicke beigemengt sind	1/7,9	1/9,2	1/10,5	1/13,1	" "	1/7,5	" "	1/6,9
Schotterstraße: In sehr gutem Stand, sehr trocken und eben	1/49,9	1/58	1/66,2	1/82,8	Schritt	1/47,6	Schritt	1/49
					Trab	1/40,9	Trab	1/41,8
					Scharfer Trab	1/39,7	Sch. Trab	1/40,6
Schotterstraße: Ein wenig feucht oder mit Staub bedeckt, mit einigen freiliegenden Schotterstücken	1/35,2	1/41	1/47,0	1/58,6	Schritt	1/55,7	Schritt	1/54,5
					Trab	1/26,8	Trab	1/27,2
					Sch. Trab	1/24,5	Sch. Trab	1/24,6

	Beschaffenheit der Bahn.	Frachtwagen $l = 0^m,10$ bis $0^m,12$; $\varrho = 0^m,032$		Karren $l = 0^m,10$ bis $0^m,12$ $\varrho = 0^m,032$		Eilwagen $l = 0^m,10 - 0^m,12$ $\varrho = 0^m,032$		Wagen mit aufgehängten Sitzen $l = 0^m,07 - 0^m,08$ $\varrho = 0^m,027$	
		$r_1 = 0^m,450$ $r_2 = 0^m,750$	$r_1 = 0^m,55$ $r_2 = 0^m,85$	$r_1 = 0^m,80$	$r_1 = 1^m,00$	$r_1 + r_2 = 1^m,15$		$r_1 = 0^m,45$ $r_2 = 0^m,70$	
Schotterstraße.	Sehr hart, mit grobem Schotter, naß	$\frac{1}{42,8}$	$\frac{1}{49,8}$	$\frac{1}{56,9}$	$\frac{1}{71,0}$	Schritt	$\frac{1}{40,8}$	Schritt	$\frac{1}{41,8}$
						Trab	$\frac{1}{26,5}$	Trab	$\frac{1}{27}$
						Sch. Trab	$\frac{1}{22,6}$	Scharfer Trab	$\frac{1}{22,8}$
	Hart, mit leichten Gleisen und weichem Schlamm	$\frac{1}{27,2}$	$\frac{1}{51,7}$	$\frac{1}{36,2}$	$\frac{1}{45,2}$	Schritt	$\frac{1}{26,1}$	Schritt	$\frac{1}{26,4}$
						Trab	$\frac{1}{21,7}$	Trab	$\frac{1}{22}$
						Sch. Trab	$\frac{1}{20,0}$	Sch. Trab	$\frac{1}{20,5}$
	Hart, mit Gleisen	$\frac{1}{22,2}$	$\frac{1}{25,8}$	$\frac{1}{29,5}$	$\frac{1}{36,9}$	Schritt	$\frac{1}{21,0}$	Schritt	$\frac{1}{21,5}$
						Trab	$\frac{1}{18,5}$	Trab	$\frac{1}{18,5}$
						Sch. Trab	$\frac{1}{17,1}$	Sch. Trab	$\frac{1}{17,2}$
	Sehr verfahren mit dickem Kothe	$\frac{1}{18,7}$	$\frac{1}{21,8}$	$\frac{1}{24,9}$	$\frac{1}{31,1}$	Schritt	$\frac{1}{17,9}$	Schritt	$\frac{1}{18,1}$
						Trab	$\frac{1}{15,8}$	Trab	$\frac{1}{15,9}$
						Sch. Trab	$\frac{1}{14,9}$	Sch. Trab	$\frac{1}{15,0}$
	Sehr aufgerissen	$\frac{1}{14,5}$	$\frac{1}{16,7}$	$\frac{1}{19,0}$	$\frac{1}{23,8}$	Schritt	$\frac{1}{13,7}$	Schritt	$\frac{1}{13,8}$
						Trab	$\frac{1}{12,4}$	Trab	$\frac{1}{12,5}$
						Sch. Trab	$\frac{1}{11,8}$	Sch. Trab	$\frac{1}{11,9}$

Beschaffenheit der Bahn.	Frachtwagen $l = 0^m,10$ bis $0^m,12$; $\varrho = 0^m,032$; $r_1 = 0^m,450$, $r_2 = 0^m,750$	Frachtwagen $r_1 = 0^m,55$, $r_2 = 0^m,85$	Karren $l = 0^m,10$ bis $0^m,12$; $\varrho = 0^m,032$; $r_1 = 0^m,80$	Karren $r_1 = 1^m,00$	Eilwagen $l = 0^m,10$—$0^m,12$; $\varrho = 0^m,032$; $r_1 + r_2 = 1^m,15$		Wagen mit aufgehängten Sitzen $l = 0^m,07$—$0^m,08$; $\varrho = 0^m,027$; $r_1 = 0^m,45$; $r_2 = 0^m,70$	
Schotterstraße: Sehr schlecht, tiefe Gleise von $0^m,1$ bis $0^m,12$, dicker Koth, der Grund rauh und hart	$\frac{1}{12,7}$	$\frac{1}{14,9}$	$\frac{1}{17,0}$	$\frac{1}{21,2}$	Schritt	$\frac{1}{12,2}$	Schritt	$\frac{1}{12,3}$
					Trab	$\frac{1}{10,5}$	Trab	$\frac{1}{9,9}$
Pflaster der Stadt Metz (Sierker Sandstein)	$\frac{1}{64,7}$	$\frac{1}{75,5}$	$\frac{1}{86,3}$	$\frac{1}{107,9}$	Schritt	$\frac{1}{62,0}$	Schritt	$\frac{1}{64,2}$
					Trab	$\frac{1}{42,0}$	Trab	$\frac{1}{43,0}$
					Sch Trab	$\frac{1}{56,2}$	Scharfer Trab	$\frac{1}{37,0}$
Pariser Straßenpflaster aus Sandstein von Fontainebleau: Gewöhnlich trocken	$\frac{1}{59,6}$	$\frac{1}{69,5}$	$\frac{1}{79,9}$	$\frac{1}{99,9}$	Schritt	$\frac{1}{57,1}$	Schritt	$\frac{1}{59,0}$
					Trab	$\frac{1}{38,1}$	Trab	$\frac{1}{59,0}$
					Sch. Trab	$\frac{1}{32,7}$	Sch. Trab	$\frac{1}{33,3}$
Desgleichen	$\frac{1}{59,6}$	$\frac{1}{69,5}$	$\frac{1}{79,9}$	$\frac{1}{99,9}$	Schritt	$\frac{1}{57,1}$	Schritt	$\frac{1}{59}$
					Trab	$\frac{1}{40,9}$	Trab	$\frac{1}{44,8}$
					Sch. Trab	$\frac{1}{35,8}$	Sch. Trab	$\frac{1}{36,5}$
Gewöhnlicher Zustand, naß und mit Koth bedeckt	$\frac{1}{46,0}$	$\frac{1}{53,5}$	$\frac{1}{74,4}$	$\frac{1}{76,5}$	Schritt	$\frac{1}{44,0}$	Schritt	$\frac{1}{45,1}$
					Trab	$\frac{1}{32,9}$	Trab	$\frac{1}{33,5}$
					Sch. Trab	$\frac{1}{29,2}$	Sch. Trab	$\frac{1}{29,8}$
Bohlenbelag einer Brücke	$\frac{1}{42,8}$	$\frac{1}{49,8}$	$\frac{1}{69}$	$\frac{1}{71}$	Sch u. Trab	$\frac{1}{40,8}$	Schritt und Trab	$\frac{1}{41,8}$

Die Zusammenstellung aller Morin'schen Resultate liefert mit Bezug auf vorstehende Tabelle Folgendes.

1. Bei allen Fuhrwerken ist der auf die Radare reduzirte, mit der Fahrbahn parallele Widerstand an der Letzteren
proportional dem Drucke
und umgekehrt proportional dem Radius des Rades.

2. Die Straßen werden desto mehr verdorben, je kleiner die Räder sind.

3. Auf dem Steinpflaster oder den Schotterstraßen ist der Widerstand nahezu von der Breite der Radfelgen unabhängig, sobald diese mindestens $0^m,08$ bis $0^m,10$ beträgt.

4. Auf zusammendrückbarem Boden, wie Erde, Sand, Kies, Ueberschüttungen von beweglichem Material und neuen Schotterstraßen, nimmt der Widerstand in demselben Verhältnisse ab, wie die Breite der Felgen zunimmt, welches aber von der Natur des Bodens abhängig ist.

5. Auf weichem Boden, wie Erde, Sand ꝛc. die Bahn mag in gutem Zustande sein oder Gleise haben, in den tiefen Kieslagen auf festem Boden, oder den $0^m,04$ bis $0^m,06$ tiefen Aufschüttungen auf den Steinbahnen der Straßen ist der Widerstand bei aufgehängten und nicht aufgehängten Fuhrwerken von der Geschwindigkeit unabhängig.

6. Für den Schritt ist der Widerstand auf allen Straßen und selbst auf gutem Pflaster der nämliche für aufgehängte und nicht aufgehängte Fuhrwerke.

7. Auf Schotterstraßen und auf dem Steinpflaster nimmt der Widerstand mit der Geschwindigkeit zu, so daß die Aenderungen desselben den Aenderungen der Geschwindigkeit proportional sind, wobei von der Geschwindigkeit von einem Meter ausgegangen wird.

Die Vergrößerung des Widerstandes ist desto geringer, je weniger starr und je besser aufgehängt das Fuhrwerk ist; ferner je glatter die Straße ist. Sie ist bei gut aufgehängten Eilwagen auf sehr guten Schotterstraßen, deren Oberfläche keine hervorragenden Steine darbietet, zwischen den Geschwindigkeiten des Schrittes und des starken Trabes ziemlich gering.

8. Auf einem guten Sandsteinpflaster, welches recht dicht und eben ist, wie das Metzer, ist der Widerstand bei der Geschwindigkeit des Schrittes nur ungefähr ³/₄ von demjenigen, welcher bei den besten Schotterstraßen Statt findet; und für gut aufgehängte Fuhrwerke ist der Widerstand auf einem guten Pflaster bei der Geschwindigkeit des starken Trabes der nämliche, wie auf einer guten Schotterstraße, welche hier und da an der Oberfläche hevorragende Steine darbietet. Wenn das Pflaster dagegen nicht sehr gut unterhalten ist, so ist der Widerstand bei der Geschwindigkeit des Trabes größer, als auf guten Schotterstraßen, selbst bei Fuhrwerken, welche möglichst gut aufgehängt sind.

9. Die nicht aufgehängten Fuhrwerke, welche im Schritt fahren, verderben die Straße mehr, als die aufgehängten Fuhrwerke bei der Geschwindigkeit des Trabes, und noch viel mehr werden die nicht aufgehängten Fuhrwerke bei der Geschwindigkeit des Trabes auf das Verderben der Straße wirken.

10. Die Neigung der Zugrichtung, welche dem Maximum des Nutzeffektes korrespondirt, soll im Allgemeinen mit dem Widerstande des Bodens zunehmen, und desto größer sein, je kleiner die Vorderräder sind.

Ein Gestell bei Fuhrwerken besteht aus der Achse mit ihren beiden Schenkeln, und zwei Rädern; jedes Rad bekanntlich wieder aus der Nabe, den Speichen und den Felgen, welche letzteren vereinigt den Kranz bilden, wozu dann noch die verschiedenen Beschläge kommen.

An der Achse unterscheidet man den mitteren Theil unter dem Namen

der Mittelachse; sie hat entweder gleiche Höhe und Breite, oder die Höhe ist größer als die Breite; erstere Einrichtung kommt mehr bei eisernen Achsen vor, letztere bei hölzernen. Die Schenkel sind meistentheils abgekürzt kegelförmig, also vorn am Lünz dünner als an der Mittelachse, und man nennt diesen Unterschied ihre Verjüngung; am hinteren Ende stimmt ihr Durchmesser mit der Breite der Mittelachse überein. Wenn der Querschnitt der letzteren kein Quadrat ist, so überragt sie daher mit ihrer Höhe den Durchmesser des Schenkels, und dieser obere Theil heißt der Stoß. Auch bei eisernen Achsen kommt diese Stelle vor, weil zur Verbindung mit den übrigen Theilen die Achse in ein stärkeres hölzernes Achsfutter eingelassen werden muß.

Die Schenkel müssen immer so gestellt sein, daß ihre untere Begrenzung mit der unteren Fläche der Mittelachse eine einzige gerade Linie bildet und also die vorhandene Verjüngung ganz auf der oberen Seite des Schenkels erscheint. Nur bei dieser Anordnung kann das Rad bei dem Drucke, welcher auf ihm liegt, eine ruhige und gleichmäßige Stellung und Bewegung annehmen. Wollte man dagegen den kegelförmigen Schenkel so gegen die Mittelachse stellen, daß die Mittellinie desselben horizontal zu stehen käme, so würde der Schenkel veranlaßt, sich beständig durch die Nabe zurückzuziehen, so daß das Rad fortwährend gegen den Lünz geschoben würde und daselbst die nachtheiligsten Seitenreibungen entstehen müßten. Von anderen Mängeln, die sich dabei noch zeigen würden, wird weiterhin die Rede sein.

Die Verjüngung der Schenkel soll dazu dienen, um durch den etwas geringeren mittleren Durchmesser den Erfolg der Reibung herabzusetzen, und um an der Mittelachse größere Sicherheit gegen das Zerbrechen zu gewähren. Bei sehr starken hölzernen Schenkeln muß man diesen Grund anerkennen, jedoch nicht bei eisernen, wo die Verjüngung viel zu unbedeutend ist, um irgend wesentlich einzuwirken. Nicht allein von dem rein mechanischen Standpunkte würden zylindrische Schenkel wegen des gleichmäßigeren Ganges den Vorzug verdienen, sondern auch weil sie durch metallene Ringe, die an die Mittelachse hinter das Rad, oder zwischen dem Rade und Lünz auf den Schenkel gesteckt werden, eine Veränderung der Spurweite zulassen, die man bei kegelförmigen Schenkeln nicht erreichen kann, ohne einen unsichern, schlotterigen Gang des Rades herbeizuführen. Für manche Fuhrwerke aber, die nicht blos auf Kunststraßen gehen, ist eine solche Anschließung an die abweichenden Spurweiten in verschienenen Provinzen eine wichtige Sache.

Die Länge der Schenkel hängt übrigens mit anderen Einrichtungen des Rades so genau zusammen, daß davon erst später gesprochen werden kann; sie beträgt von 14 bis 24 Zoll.

Die wirklichen Abmessungen von Achse und Schenkel sind natürlich durch das Material bedingt, woraus sie verfertigt werden. Zu hölzernen Achsen wird vorzugsweise Eichenholz genommen, und nach Maßgabe der Belastungen, wofür das Fuhrwerk bestimmt ist, macht man die Mittelachse 3 bis 5 Zoll breit und 5 bis 7 Zoll hoch; eiserne Achsen sind bedeutend dünner und verhältnißmäßig eben so breit wie hoch, im Allgemeinen wohl 2 bis 4 Zoll. Es ist schon erwähnt, daß der hintere Durchmesser des Schenkels mit der Breite der Mittelachse übereinstimmt, und bei gewöhnlicher Verjüngung ist der vordere Durchmesser etwa halb so groß. Am vorderen Theile des Schenkels befindet sich das Lünzloch oder sonst diejenige Vorrichtung, wodurch das Rad auf dem Schenkel festgehalten wird.

Eine hölzerne Achse muß immer stark und sorgfältig mit Eisen beschlagen werden. Dazu gehört das untere Achseisen oder Achsblech,

welches den Schenkel bis zur Hälfte seines Umfanges und oft noch mehr umschließt, und dann, in eine Stange ausgehend, unter die Mittelachse tritt, ja selbst bei großen Lasten ganz unter dieser hergeht, so daß der Beschlag für beide Schenkel aus einem einzigen Stücke besteht. Die Befestigung geschieht durch Nägel, Schrauben und Bänder. Sodann ist noch ein oberes Schenkelblech nöthig, welches mit einem Bande das Lünzloch umschließt und einfaßt; an der Mittelachse befindet sich das Stoßeisen, welches oft pyramidalisch etwas vorspringt. Diese sämmtlichen Beschläge werden häufig verstahlt, oder doch stark gehärtet.

Die eiserne Mittelachse wird durch Bänder in einem hölzernen Futter befestigt, um sie dauerhafter mit den Gestelle verbinden zu können. Eiserne Schenkel werden mitunter verstahlt, oder es wird ihnen — so gut es gehen will — eine Stahlplatte angeschweißt. Eine eigenthümliche und sehr vorzügliche Einrichtung besteht bei den Fuhrwerken der englischen Armee. Die Schenkel sind von Eisen und endigen in eine starke eiserne Stange, welche unter der hölzernen Mittelachse entweder ganz hergeht, oder die Stangen stoßen von beiden Seiten unter der Mitte vor einander und werden durch starke Schrauben und Bänder befestigt. Durch eine großartige und strenge Prüfung in den spanischen Feldzügen hat sich diese Einrichtung, die von belgischen Frachtkarren entlehnt ist, als vortrefflich bewährt, indem die mechanischen Beziehungen wie bei ganz eisernen Achsen sich ergeben, und doch die Wiederherstellung einer zerbrochenen Achse eben so leicht und noch leichter, als bei hölzernen geschehen kann.

Zur Vergleichung der hölzernen und eisernen Achsen wird man folgende Verhältnisse zu berücksichtigen haben:

a) Das geringere Reibungsmoment, welches der dünne eiserne Schenkel zeigt, ist jedenfalls ein nur zweifelhafter Vorzug, indem Beweglichkeit vorwärts und Beweglichkeit rückwärts in gewissem Sinne dasselbe ist und einander entgegen treten kann. Wenn daher auf ganz ebenem festen Boden der eiserne Schenkel einen bestimmten Vorzug in den Zahlenwerthen der Zugkraft ergibt, so ändert sich dies sofort auf unebenem oder in tiefem Boden.

b) Ebenfalls zeigen dünne eiserne Schenkel bei geringen oder mittleren Belastungen vergleichungsweise oft große Vorzüge, welche gänzlich verschwinden, sobald die Lasten bedeutend steigen. Diese wichtige Thatsache entsteht daher, daß die dünne und mehr elastische eiserne Achse für große Belastungen eine Biegung annimmt, welches die hölzerne an sich und wegen ihrer Beschläge nicht thun kann.

Sobald aber die geometrische Mittellinie einer drehenden Bewegung mit der physikalischen Achse derselben nicht mehr zusammenfällt, zeigen sich Klemmungen, wobei an einzelnen Stellen heftige Pressungen und vergrößerte Hebelarme für die Reibung zu Stande kommen.

c) Die hölzerne Achse hat wegen ihrer Beschläge und wegen der Art, wie diese angelegt werden müssen, selten eine vollkommen regelmäßige Form, und dieser Umstand ist, zumal bei stark verjüngten Schenkeln, ein wichtiger Nachtheil.

d) Es läßt sich die eiserne Achse bei der Uebernahme besser prüfen, aber sie ist auch schwieriger wieder herzustellen, wenn sie zerbrochen ist. Gerade in dieser Hinsicht erfüllt die vorhin erwähnte englische Einrichtung möglichst viele Bedingungen.

e) Bei strenger Kälte brechen die eisernen Achsen ungewöhnlich leicht; man schützt sie dagegen, wenn man vor dem Gebrauche mit einem schweren Hammer oder einer Axt gegen die vordere Fläche des Schenkels einige kräftige Schläge führt.

f) Der wichtigste Vorzug der eisernen Achsen ist ihre ungleich größere Dauer. Es ist sehr wohl möglich, und die Erfahrung bestätigt es auf das Bestimmteste, daß eine gute hölzerne Achse im neuen Zustande völlig so stark sein kann, wie eine eiserne. Allein nach wenigen Jahren, sowohl des Gebrauches, als des Nichtgebrauches, wird eine neue Probe ergeben, daß sich schon merkbare Unterschiede zeigen; und wenn beide Einrichtungen — wie es doch oft gefordert wird — 20 bis 30 Jahre in Vorrath gehalten werden müssen, so ist nach dieser Zeit die eiserne Achse noch eben so dienstüchtig wie vorher, während die hölzerne durch die unabänderlichen Einwirkungen der Luft und sonstiger organischer Zersetzungen kaum noch brauchbar sein wird. Bei Fuhrwerken, welche sofort in steten Gebrauch genommen werden sollen, ist also dieser Umstand von geringerem Gewichte, allein ein anderer nachtheiliger Einfluß, der gleich erwähnt werden soll, findet dennoch auch dann Statt.

g) Es bedarf nämlich der eiserne Schenkel überhaupt etwa nur den dritten Theil der Schmiere, welche ein hölzerner verlangt, theils weil letzterer an sich einen größeren Umfang hat, und dann um nachtheilige Erhitzungen beim schnellen Fahren und Selbstentzündungen zu verhüten. Nun aber dringt diese Schmiere unabwendlich in das Holz selbst ein, und dadurch wird der Schenkel allmälig und früher zerstört, als es außerdem geschehen würde. Auch hiervon abgesehen ist der viel geringere Bedarf am Schmiere und die größere Unabhängigkeit von diesem Stoffe ein recht wesentlicher Vortheil der eisernen Schenkel.

Als Resultat aller dieser Bemerkungen kann es nicht zweifelhaft sein, daß im Allgemeinen eiserne Schenkel, ungeachtet der größeren Kosten, stets vorzuziehen sind, unbedingt aber dann, wenn die Fuhrwerke längere Zeit unbenutzt hingestellt, oder in Vorrath verfertigt werden, wie es zum Beispiel mit dem größten Theile militärischer Fuhrwerke der Fall ist.

An der Nabe des Rades unterscheidet man den mittleren und dickeren zylindrischen Theil, in welchen die Speichen eingelassen sind, er heißt der Busch oder Haufen; dann den abgekürzt kegelförmigen Theil, der an die Mittelachse trifft und hier Stoß genannt wird, endlich den vorderen längern Theil, welcher die Röhre heißt.

Die Länge der Nabe ist geradezu von der Belastung nicht abhängig, wenn sie nur so lang ist, daß die Richtung des Druckes in ihr völlig unterstützt wird. Aus wichtigen Gründen haben die Speichen keine senkrechte Stellung, sondern sind gegen außen geneigt, und deßhalb muß die Nabe eine solche Länge bekommen, daß das Perpendikel von dem oberen Theile des Rades auch bei Seitenbewegungen noch stets durch sie hindurchgeht. Eine größere Länge ist überflüssig, und obgleich die Schmiere dadurch mehr erhalten wird, so ist sie doch unbequem und störend wegen des Gegeneinanderfahrens mit anderen Fuhrwerken oder in engen Wegen. Dann macht man die Nabe wohl 2½ bis 3 Zoll kürzer als den Schenkel, um die Stoßscheiben zur Veränderung der Spurweite anbringen zu können; ähnliche Scheiben, auch ohne Berücksichtigung dieses Zweckes, sind überhaupt zur Verminderung der Seitenreibungen sehr angemessen. Die Länge der Nabe wird etwa zwischen 13 und 24 Zoll betragen. Die Dicke im Haufen oder Busch muß eine genügende Befestigung der Speichen an dieser Stelle zulassen, und daher verlangen hohe Räder oder große Belastungen — weil bei ihnen die Kräfte zum Losbiegen der Speichen größer sind — stärkere Naben. Im Allgemeinen verdienen kurze und dicke Naben den Vorzug, und eine Stärke derselben von 12 bis 14 Zoll wäre in vielen Fällen weit praktischer als die langen und dünnen Naben, die so häufig vorkommen. Um die Nabe werden gewöhnlich eiserne Bänder gelegt, eins vorn an der Röhre und eins hinten

am Stoß, und häufig auch noch an der vorderen und hinteren Seite des Haufens.

Wichtiger als jene Bänder ist die Art, wie die Bohrung dieses Theiles durch einen Beschlag ausgefüttert und gesichert ist. Man nennt ihn die Büchse und er besteht entweder nur aus zwei breiten Ringen, die vorn und hinten in die Bohrung eingelassen werden, oder besser läßt man die Büchse in Form einer Röhre ganz durchgehen. Dann hat sie in der Gegend der Mitte eine geringe Erweiterung (die sogenannte Kammer), um die Schmiere besser zu halten. Stets muß die Substanz der Büchse weicher sein als der Schenkel oder dessen Beschlag, damit bei den unvermeidlichen Abnutzungen der Schenkel so viel wie möglich geschont werde, indem Ausschleifungen der Büchse an sich weniger nachtheilig sind, und auch leichter verbessert werden können, als Beschädigungen des Schenkels. Bei hölzernen Schenkeln mit gehärteten oder stählernen Achseisen kam man zu der Büchse Schmiedeisen nehmen, bei eisernen Schenkeln wählt man dazu Messing oder Bronze.

Bei neuen Rädern soll zwischen der Oeffnung der Büchse und der Dicke des Schenkels kein merkbarer Unterschied Statt finden, oder das Rad soll ohne Spielraum auf den Schenkeln stecken. Nach einiger Zeit des Gebrauches tritt ein solcher Spielraum unvermeidlich ein, und er trägt späterhin besonders zum Ruin der Fuhrwerke bei, weil derselbe den Druck, den Achse und Rad eigentlich erleiden sollten, in stoßartige Bewegungen verwandelt, und dadurch die ergriffenen Theile ungleich mehr zu leiden haben.

Der nächste wichtige Bestandtheil des Rades sind die Speichen; bei gewöhnlichen Rädern sind deren 12, bei ganz hohen wohl 16 Stück. An der Speiche unterscheidet man das Blatt, welches in die Nabe eingelassen wird, das Mittelstück und den Zapfen, der in die Felgen tritt. Das Blatt ist entweder vierkantig pyramidalisch geformt oder schwalbenschwanzförmig.

Die Oeffnungen im Busch heißen Stemmungen, sie gehen ganz hindurch, und zum Einlassen der Speichen wird die Nabe mitunter in einer Lauge mehrere Stunden lang gekocht, in diesem erweichten Zustande kann selbst ein stärkeres Blatt eingetrieben werden. Die Befestigung in der Felge geschieht durch den Zapfen, in welchen nach dem Einsetzen ein Spalt gehauen wird, um einen Keil von weichem Holze nachzuschlagen. Das Mittelstück ist in der Regel nicht völlig rund gebildet, sondern mit einem länglich runden Querschnitte, dessen größerer Durchmesser die Stellung nach der Breite des Fuhrwerkes bekommt. Man wählt diese Form, weil die zerbrechenden Gewalten durch die Seitenbewegungen meistens nach der Richtung der Breite wirken, und also der Widerstand dann größer ist als bei kreisförmigem Querschnitte. Das Mittelstück ist ferner häufig nicht ganz gerade, sondern so geformt, daß das äußere Ende etwas nach einwärts gebogen ist, damit diejenigen Speichen, welche eben unten stehen, mehr in ihrer eigenen Richtung in Anspruch genommen werden. Alsdann ist der Widerstand ihrer rückwirkenden Festigkeit weit größer, als derjenige gegen das Zerbrechen, wenn der etwas vor der senkrechten Stellung sich befindende Körper völlig gerade geformt wäre. Bisweilen werden die Speichen, einzeln abwechselnd, im Busch um etwa einen Zoll weiter vorwärts oder rückwärts eingelassen, welches man die Versetzung derselben nennt.

Endlich stehen mitunter je zwei Speichen einander etwas näher als den ihnen benachbarten, welches mit dem Namen gekuppelte Speichen bezeichnet wird. Man thut dies, um da, wo zwei Felgen zusammentreffen, die Speichen dieser Fuge näher zu bringen und so eine festere Verbindung zu erhalten.

Am wichtigsten für die Konstruktion des Rades ist nun die Abweichung der Speichen von der senkrechten Stellung gegen Achse und Nabe. Man setzt sie nämlich so ein, daß — wie schon angeführt ist — sie sich vor der senkrechten Richtung befinden, und nennt diese Abweichung die Stürzung oder den Sturz derselben. Sie beträgt auf jeden Fuß des Halbmessers 1 bis 1½ Zoll, und wird bei lange gebrauchten Rädern allmälig schwächer. Diese Stürzung, wodurch also das Rad nicht mehr eine scheibenförmige, sondern im Allgemeinen eine kegelförmige Gestalt annimmt, hat wesentliche Vortheile gegen eine senkrechte Stellung. Ein Rad von dieser Form, auf einen verjüngten Schenkel von der auf S. 853 bestimmten Einrichtung gesteckt, stellt sich nothwendig so, daß die unteren Speichen fast senkrecht stehen, also im Sinne ihrer rückwirkenden Festigkeit angegriffen werden, und ein Einbiegen der Speichen nach der Breite des Fuhrwerkes könnte nicht anders eintreten, als wenn gleichzeitig der Kranz des Rades aus einander gerissen würde. Nun ist aber dieser Kranz jetzt von einem geringeren Umfange, als er es bei der nämlichen Lage der Speichen in senkrechter Stellung sein würde, und mithin widersteht aus diesen beiden Gründen die ganze Vorrichtung weit sicherer, als es ohne Stürzung möglich wäre. Räder, die mit starken Belastungen auf unebenen Bahnen gebraucht werden sollen, sind ohne Stürzung völlig untauglich, weil die stoßartigen Kräfte, welche seitwärts gegen die Speichen wirken, ein Einbiegen und Losbrechen derselben sehr bald zur Folge haben müßten. Außerdem bewirkt die Stürzung, daß der obere Theil des Rades weiter auswärts zu stehen kommt, wodurch der Raum zwischen den Rädern auf eine oft wichtige Weise erweitert wird. Um bei Kutsch- und Reisewagen, zumal von geringer Spurweite oder bei meist zylindrischen Schenkeln, diese Annehmlichkeit noch mehr herbeizuführen, pflegt man sogar die untere Seite des Schenkels nicht in horizontaler Stellung zu belassen, sondern man biegt sie etwas abwärts, wodurch die unteren Theile der Räder auf dem Boden einander näher gebracht und die oberen Theile zur Aufnahme des Kutschkastens noch weiter von einander entfernt werden; dadurch wird jedoch der gleichmäßige Gang des Rades gestört.

Eine zu große Stürzung hat den Nachtheil, daß die Nabe länger werden muß und daß die zu schräg gestellten Speichen in tiefem Boden seitwärts gescheuert werden und die Geleise aufreißen.

Es ergibt sich hieraus noch schließlich, daß Stellung des Schenkels gegen die Mittelachse, Länge der Nabe und Stürzung Anordnungen sind, die einander gegenseitig bedingen.

Der Kranz des Rades besteht bekanntlich aus den hölzernen Felgen, deren Anzahl gewöhnlich sechs beträgt, welche unter einander verzapft sind, ihre eigentliche sichere Verbindung aber erst durch die Speichen und den Beschlag erhalten. Die Höhe der Felgen in der Richtung des Halbmessers beträgt etwa 3 bis 4 Zoll, und sie braucht bei höheren Rädern nicht gerade größer zu sein, weil sie nur dazu dient, dem Eintreten der Speichen eine hinlängliche Haltbarkeit zu gewähren. Läßt man den Kranz aus mehr als sechs Felgen bestehen, so wird jedes einzelne Stück zwar günstiger gewachsen sein und weniger überspänige Stellen besitzen, allein die dauerhafte Verbindung ist alsdann auch schwieriger zu bewerkstelligen. Man hat in neueren Zeiten angefangen, den Kranz aus einem einzigen Holzstücke, welches in einem Dampfapparate dazu vorbereitet wird, durch eine passende Maschine zusammen zu biegen; und es scheint, daß dies Verfahren, umsichtig ausgeführt, mancherlei Vorzüge gewährt.

Für alle Fuhrwerke, noch mehr aber für die von ihnen befahrenen

Wege, ist die Breite der Felgen *) ein höchst wichtiger Gegenstand. Die breitere Felge vertheilt natürlich den Druck der Belastung auf eine größere Fläche des Erdbodens, und wirkt daher weniger einschneidend und weniger ungünstig für die Bahn. Dies gilt auch noch von eigentlichen Kunststraßen, die bei manchen Witterungsverhältnissen einem ähnlichen Verderben ausgesetzt sind. Auf unebenen oder auf gepflasterten Straßen deckt die breite Felge die Unebenheit mehr zu, verhindert daher in etwas das beständige Hin- und Herschleudern des Fuhrwerkes, wodurch dieses selbst und die fortzuschaffenden Gegenstände wesentlich geschont werden. Je mehr nun der Staat für gute Kunststraßen sorgt, desto größer, ja selbst ganz unverhältnißmäßig, werden die Lasten, die der Fuhrmann auf jedes Pferd ladet, und um so sorgfältiger sollten die verderblichen schmalen Felgen beseitigt werden. Eine geringere Breite als 4 Zoll (wie sie noch so häufig an Frachtkarren vorkommt) sollte gänzlich von den Kunststraßen ausgeschlossen sein, und es sollte durch Herabsetzung des Weggeldes bei zunehmender Breite die Einführung dieser letztern auch für Landfuhrwerke befördert werden. Außerdem wird der Beschlag des Rades bei breiterem Kranze weit mehr geschont als bei schmalem; endlich ist auch eine nicht ganz unerhebliche Verminderung der Zugkraft die Folge des gleichmäßigeren Ganges der breitfelgigen Fuhrwerke.

Gegen die breiten Felgen hat man das größere Gewicht der Räder angeführt; allein dieser Einwurf zerfällt in sich selbst. Als Nachtheil ist wohl zu nennen, daß auf Land- und Feldwegen bis jetzt die breiten Felgen nicht Spur halten und daß auf stark gewölbten Kunststraßen ein damit versehener Wagen bei glatter Bahn im Winter mit dem Hintergestell leicht seitwärts abgleitet, welches allerdings für die Pferde eine ziemliche Belästigung ist, oder wenigstens zur Vermeidung einen aufmerksamen Fuhrmann fordert. Da man aber aus anderen Gründen von den früheren starken Wölbungen der Straßen mehr zurückkommt, so wird auch dieser letzte Einwurf wenig Bedeutung behalten.

Es würde wegen aller dieser Verhältnisse eine gesetzliche Vorschrift, welche für eigentliche Frachtfuhrwerke die Breite der Felgen auf 12 Zoll ansetzte, in jeder Hinsicht gerecht und lobenswerth sein.

Der eiserne Beschlag des Rades besteht entweder aus einem Reif (bei breiten Felgen aus zwei nebeneinander liegenden) oder aus einzelnen Eisenstücken, welche Schienen genannt werden. In beiden Fällen geschieht die Befestigung auf den Felgen durch Nägel oder Schraubenbolzen, deren Köpfe versenkt sein müssen. Der zusammenhängende Reif gibt — bei sonst richtiger Arbeit — dem Rade unfehlbar mehr Festigkeit, und besonders erhält er sicherer die so höchst wichtige, völlig runde Gestalt des Rades; mit Schienen beschlägt man meist nur solche Räder, die gewaltsamen Beschädigungen ausgesetzt sind, wie z. B. bei manchen Militär-Fuhrwerken, weil sie hierbei eine einfachere Ausbesserung zulassen als der Reif. Die Schienen müssen so gelegt werden, daß sie auf der Mitte einer Felge zusammentreffen, damit die Fugen zwischen den Felgen desto mehr verdeckt und geschützt werden.

Geleitet durch die eisernen Räder der auf den Eisenbahnen gehenden Wagen hat man neuerdings versucht, die Räder auch anderer Fuhrwerke ganz von Eisen zu verfertigen. Abgesehen von den größeren Kosten leidet es keinen Zweifel, daß eiserne Naben und Speichen sehr vorzüglich sein würden. Der Kranz von Schmiedeisen ist jedoch zu nachgebend, gestattet fortwährende Aenderungen in der Gestalt des Rades,

*) M. s. oben die Morin'schen Versuche unter Nr. 3 und 4 (S. 852).

und von Gußeisen würde er für gewöhnliche Wege wohl zerbrechlicher sein, als gute hölzerne Felgen mit tüchtigem Beschlage.

Unter Spurweite versteht man bekanntlich den Abstand, den die Räder auf dem Boden stehend von einander haben, und zwar ist man nicht allgemein darüber einverstanden, ob es der innere Abstand oder der von der Mitte zu Mitte sein soll. Wenn man von der verschiedenen Breite der Felgen unabhängig bleiben will, so ist es am besten, den innern Abstand zu nehmen, obgleich meistens der von Mitte zu Mitte gerechnet wird. Die Weite der Spur liegt in Deutschland so ziemlich allgemein zwischen 4¼ und 5 Fuß, und die aus dieser verdrießlichen Verschiedenheit entspringenden Uebelstande in der Weite der Geleise auf Feldwegen und dergleichen sind leider hinlänglich bekannt.

Eine weite Spur hat große Vorzüge vor einer engen. Sie gestattet höhere Räder, ohne daß das Fuhrwerk an festem Stande verliert, und bei gleicher Höhe wird die Stabilität größer; sie gewährt einen breiteren Raum für die Bepackung, so daß der Schwerpunkt derselben niedriger zu liegen kommt, welches von Neuem den festen Stand erhöht. Aus den S. 846 angegebenen Gründen findet zwischen der Spurweite und der Höhe der Räder ein sich gegenseitig bedingendes Verhältniß Statt, indem die Einführung höherer Räder nothwendig eine weitere Spur fordert, wenn nicht die Stabilität bedeutend gefährdet werden soll. Eine ungewöhnlich weite Spur kann nur in Gebirgspässen, wo regelmäßig Fuhrwerke mit enger Spur gehen, ein großes und vielleicht nicht zu besiegendes Hinderniß abgeben; in allen übrigen Fällen, namentlich auf Kunststraßen, wo die landesübliche Spurweite wenig in Betracht kommt, gewährt sie einleuchtende Vorzüge. Bereits S. 853 ist gesagt, wie man bei zylindrischen oder wenig verjüngten Schenkeln durch aufgesteckte Ringe die Weite der Spur ändern könne, und wenn eine solche Anschließung auch nur die Grenzen von 2 bis 2½ Zoll beträgt, so ist das unter Umständen schon ein wichtiger Gewinn.

In Beziehung auf die Höhe der Räder ist früher (S. 844) angeführt, daß das höhere Rad für die Zugkraft einen größeren Erfolg, d. h. einen leichteren Gang herbeiführt. Hier ist noch zu bemerken, daß ein hohes Rad Unebenheiten, Vertiefungen, Gräben u. dgl. mehr zudeckt, Hindernisse leichter überwindet (S. 846) und, weil es weniger keilartig wirkt, auch in tiefem und sandigem Boden weniger einschneidet, als ein niedriges, und dieß sind in dieser Hinsicht wichtige Vorzüge. Höhere Räder machen beim Zurücklegen desselben Weges eine geringere Anzahl von Umläufen, sie ruiniren also die Beschläge weniger, erhitzen sich nicht so stark, wie niedrigere, verbrauchen weniger Schmiere, endlich werden Achse und Schenkel in tiefen Wegen nicht so leicht beschmutzt u. dgl.

Der einzige Einwurf von Belang gegen die höheren Räder ist in der That ihr leichteres Umwerfen; man wirkt ihm aber durch eine entsprechende Spurweite und zweckmäßige Bepackung entgegen; daß sie etwas zerbrechlicher sein mögen, ist allerdings richtig, jedoch wird dieser Unterschied in den gewöhnlichen Grenzen wenig bedeuten. Wenn der Halbmesser des Rades die Brusthöhe der Pferde übersteigt, so läßt man sehr zweckmäßig die Zugstränge unter der Deichsel angreifen. Obgleich nun die Beschaffenheit ganzer Landstrecken, so wie die Größe des Mittelschlages der zu verwendenden Pferde für diese wie für manche Einrichtung an Fuhrwerken mitsprechen, so leidet es doch keinen Zweifel, daß für Deutschland und einen großen Theil des mittleren Europas überhaupt eine Höhe der Räder von 5 Fuß keineswegs zu bedeutend ist, wobei nur berücksichtigt werden muß, daß aus Gründen, die sich bei der Zusammensetzung

des Gestelles ergeben werden, die Vorderräder in der Regel etwas niedriger, als die Hinterräder sein müssen.

Man kann noch hinzufügen, wei bei Rädern mit breiten Felgen eine vermehrte Höhe in der einen Beziehung nachtheiliger einwirkt, daß das größere Gewicht derselben beim Aufwärtsfahren (S. 845) einen merkbaren Einfluß äußern wird, weil in diesem Falle jedes gesteigerte Gewicht eine nicht unerhebliche Vermehrung der Zugkräfte erfordert.

Zum Schlusse dieser einzelnen Betrachtungen muß noch eine kurze Erwähnung der Methoden folgen, wie man das Rad auf dem Schenkel befestigt.

Die einfachste Vorrichtung dieser Art ist der Vorstecker oder Lünz, ohne andere künstliche Mittel als allenfalls einen kleinen Riemen, der durch ein Oehr in dem unteren Theile desselben gezogen wird, um das Herausfliegen aus dem Lünzloche doch einigermaßen zu verhüten.

Nun folgt der Lünz oder Splint, welcher unten mit einer abstehenden Feder versehen ist, ohne deren Zerbrechen das Abfliegen nicht möglich ist; allein bei raschem Fahren auf hartem unebenem Boden zerbricht diese Feder auch ziemlich leicht. Von dieser Einrichtung des Lünzes gibt es übrigens eine Menge Abarten, theils mit, theils ohne Federn; ihre Anführung hat keine besondere Wichtigkeit. Sodann hat man dem Schenkel an seinem vorderen Ende einen Schraubengang gegeben, auf welchen eine Mutter festgeschraubt wird, und vor dieser pflegt man noch einen kleinen Lünz anzubringen. Wäre diese Schraube an der linken Seite des Fuhrwerkes eine solche mit rechtem Gewinde, eine rechts eingeschnittene, so würde durch den Druck und die Seitenreibung der Vorderfläche der Nabe gegen die aufgeschraubte Mutter diese nothwendig und sehr bald gelöst werden. Man schneidet daher an der genannten Seite die Schraubengewinde links ein, wodurch die bezeichnete Reibung die Lösung derselben nicht bewirken kann.

Eine sinnreiche und wichtige Verbesserung aller dieser Bemühungen bieten endlich die sogenannten Patentbüchsen dar, und sie haben die Aufgabe völlig aufgelöst. Der Schenkel ist um etwas kürzer als gewöhnlich, und würde durch die Nabe nicht völlig hindurchtreten; an der Stelle desselben, wo der Stoß der Nabe anfängt (also ungefähr auf $^3/_4$ seiner Länge von vorn) ist er mit einer zylindrischen oder linsenförmigen Verstärkung versehen, welche etwa 2 bis 3 Zoll mehr im Durchmesser hat als der Schenkel an dieser Stelle, und diese wulstartige Verstärkung mag eine Dicke von beiläufig 1 bis $1^1/_2$ Zoll haben. Die Nabe besteht aus zwei Theilen, nämlich dem Stoße für sich und dem Haufen oder Busch mit der Röhre für sich.

Der Stoß kann gleich bei der Zusammensetzung des Gestelles auf die Achse gebracht werden; jene zylindrische Verstärkung des Schenkels wird von einer entsprechenden Erweiterung der Büchse aufgenommen, welche sich am hinteren Ende des Haufens befindet. Vorn ist die Nabe durch eine starke Metallplatte geschlossen. Sind nun beide Theile der Nabe auf den Schenkel geschoben, so stoßen sie hinter jener Verstärkung gegen einander und der Stoß bildet den Stützpunkt für die Verstärkung des Schenkels nach hinten; er kann daher einfacher in Form einer starken Platte gebildet sein. Zur Vereinigung beider Theile gehen nun drei Schraubenbolzen von hinten nach vorn der Länge nach durch die Nabe, und werden vor der vorderen Metallplatte durch aufgeschraubte Muttern gehalten. Man erkennt leicht, daß das Ablaufen eines so befestigten Rades ohne gänzliches Zerbrechen der Nabe unmöglich ist, und die Beweglichkeit bleibt eben so frei wie vorhin, ja der Gang wird eigentlich noch gleichmäßiger als sonst ausfallen. Da außerdem die Nabe ganz geschlossen ist, so wird ein Ablaufen der Schmiere verhindert, und man

bedient sich nun mit vielem Erfolge dazu des Oeles; die Büchse hat eine etwas größere Kammer, als gewöhnlich, zwischen den Stemmungen zweier Speichen führt ein Loch, welches durch eine Schraube geschlossen werden kann, in die Kammer, und durch dieses gießt man das Oel ein. Der Verbrauch und die Kosten sind ungleich geringer als bei jeder andern Art zu schmieren, da die Erneuerung begreiflicher Weise weit seltener nöthig wird. Weil diese Patentbüchsen indeß den Preis eines Fuhrwerkes ziemlich beträchtlich erhöhen, so werden sie für jetzt nur bei überhaupt kostbaren Einrichtungen angewendet.

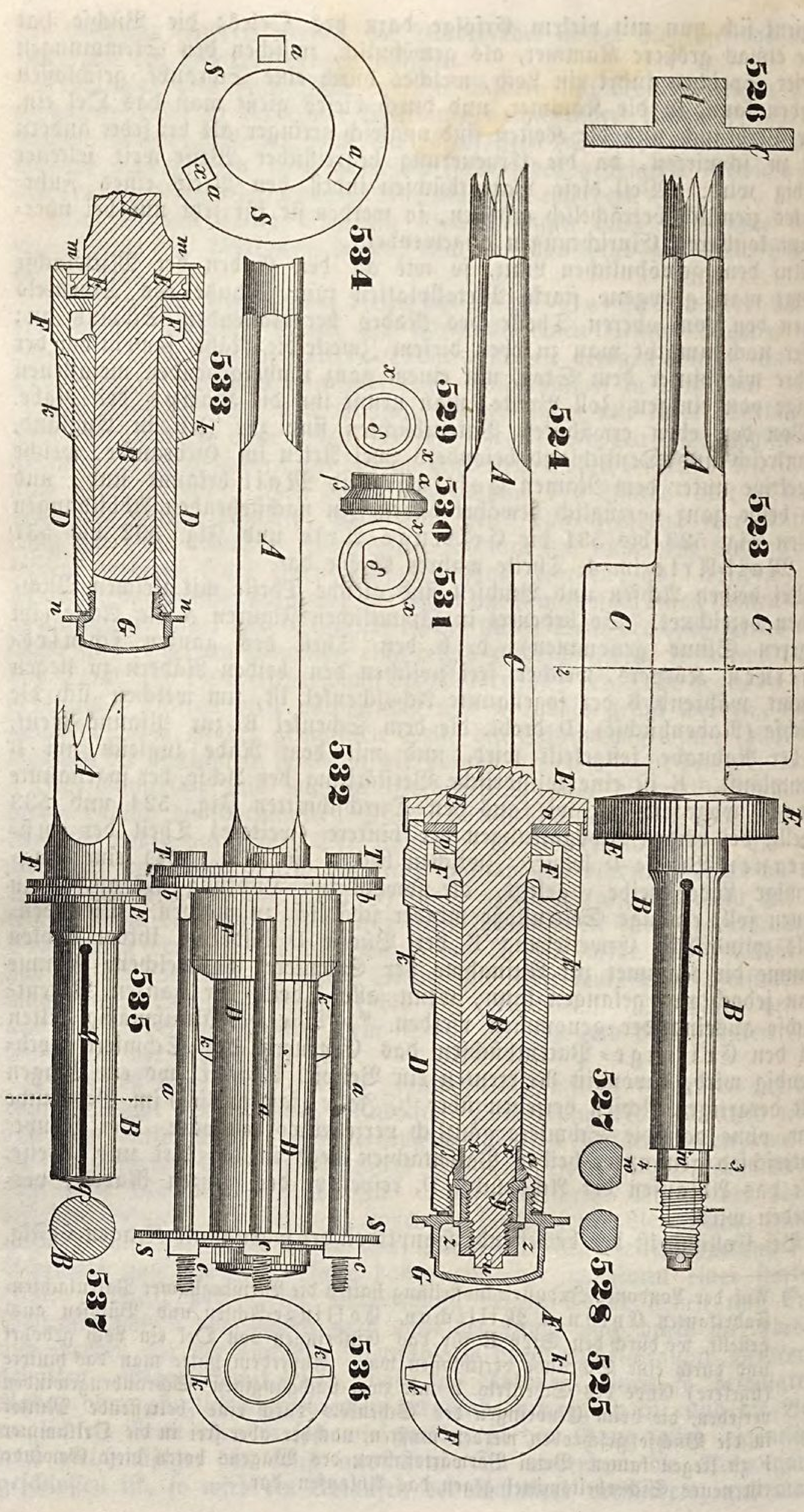
Auf dem gewöhnlichen Lünz, so wie an den Enden der Mittelachse bringt man gebogene starke Metallplatten zum Schutze des Schenkels gegen den vom oberen Theile des Rades herabfallenden Schmutz an; besser noch umgibt man zu eben diesem Zwecke die Nabe, sowohl vor der Röhre wie hinter dem Stoß, mit einem ganz umhergehenden metallenen Ringe von einigen Zoll Breite, man nennt ihn die Kappe der Nabe.

Von den eben erwähnten Patentbüchsen sind zur Zeit in England, Frankreich und Deutschland besonders zwei Arten im Gebrauche, welche respektive unter dem Namen Collinge und Mail bekannt sind, und sich beide ganz vorzüglich bewährt haben. In nachstehenden Abbildungen stellen Fig. 523 bis 531 die Collinge-Axle und Fig. 532 bis 537 die Mail-Axle im 4. Theile wahrer Größe dar.

Bei beiden Achsen und Büchsen sind gleiche Theile mit gleichen Buchstaben bezeichnet. So bedeutet in sämmtlichen Figuren A die Achse (im engeren Sinne genommen), d. h. den Theil des ganzen schmiedeisernen Körpers, welcher frei zwischen den beiden Rädern zu liegen kommt, während B der sogenannte Achsschenkel ist, um welchen sich die Büchse (Nabenbüchse) D dreht, die dem Schenkel B zur Pfanne dient, in der Radnabe festgekeilt wird, und mit dem Rade zugleich um B herumläuft. E ist eine zylindrische Verstärkung der Achse, der sogenannte Stoß, wogegen sich, wie aus den Durchschnitten Fig. 524 und 533 erhellt, bei beiden Achsgattungen der hintere (weitere) Theil der gußeisernen Büchse D lehnt. Zwischen beiden ist (Fig. 524) eine ringförmige Lederscheibe v gelegt, die sowohl zur Dichtung als auch dazu dienen soll, etwaige Seitenstöße minder schädlich zu machen. Die ebenfalls zylindrische Erweiterung F der Büchse D bildet in ihrem hohlen Raume die Kammer zur Aufnahme der Schmiere, zu welchem Raume man jedoch nur gelangen kann, wenn alle Theile der ganzen Patentbüchse auseinander genommen werden. *) Wie verhältnißmäßig selten bei den Collinge-Patentbüchsen das Erneuern der Schmiere nothwendig wird, davon ist Referenten ein Beispiel bekannt, wo ein Wagen mit derartigen Achsen versehen über ½ Jahr (fast täglich) im Gebrauche war, ohne daß die Schmiere gänzlich verzehrt worden wäre. Der Hauptunterschied genannter beiden Patentachsen liegt in der Art und Weise, wie das Ablaufen der Achsbüchse D, respektive des ganzen Rades, vermieden wird.

Bei Collinge ist der betreffende Haupttheil der sogenannte Kragen x (Fig.

*) Auf der Londoner Industrieausstellung hatten die Birminghamer Patentachsen-Fabrikanten Eykyn & Millichap, Collinge-Achsen und Büchsen ausgestellt, wo durch den Stoß E für das Einbringen von Oel ein Loch gebohrt und durch eine Schraube verschlossen war. Außerdem hatte man das hintere (stärkere) Ende des Schenkels B mit zwei flachgängigen Schraubengewinden versehen, die beim Einbringen des Schenkels durch eine betreffende Mutter in die Büchse geschroben werden mußten, nachher aber frei in die Oelkammer F zu liegen kamen. Beim Vorwärtsfahren des Wagens boten diese Gewinde ein neues Sicherheitsmittel gegen das Ablaufen dar.


526
534
523
524
533
529
530
531
532
535
527
528
537
536
525

529 bis 531 in drei verschiedenen Ansichten gezeichnet), gegen dessen schiefe Fläche $\alpha \beta$ sich der vordere dünnere Theil der Büchse D lehnt, wie Fig. 524 hinlänglich erkennen läßt. Innerhalb ist dieser Ring nicht ganz kreisförmig, sondern an einer Stelle δ abgeplattet, welche Abplattung mit dem ebenso gestalteten Theil w des Achsschenkels übereinstimmt, wovon Fig. 527 den Durchschnitt nach der Linie 3,4 von Fig. 523 zeigt. Man wird leicht erkennen, daß der Zweck dieser Anordnung einfach der ist, das Drehen des Kragens zu verhindern, wenn derselbe auf der gehörigen Stelle aufgebracht wurde. Der Kragen x wird wieder mittelst der beiden Schraubenmuttern y und z an dem Herunterschieben in der Achsenrichtung verhindert, wozu unter Umständen die Achsbüchse D ein nicht geringes Bestreben hervorbringt. Dabei ist die eine Schraube y eine rechts-, dagegen z eine linksgängige, damit sowohl beim Vor- wie Rückwärtsfahren ein Losgehen nicht zu befürchten steht; endlich wird noch vor die Mutter z ein Vorsteckstift u eingebracht. Das ganze vordere Ende der Büchse D wird überdies von einer Staubkapsel G verschlossen.

Jede der Büchsen D ist an ihrer Außenfläche am stärkeren Theile mit zwei Nasen k versehen, die zum Festkeilen der Büchse in der hölzernen Radnabe, und also dazu dienen, ein Umdrehen der Büchse in der Nabe zu verhindern. Schließlich werde bemerkt, daß q eine Schmierrille und C der Lappen ist, auf welchem die Federn zum Tragen des Wagenkastens befestigt werden.

Bei der Mail-Patentachse wird das Ablaufen der Büchse D nebst Rad vom Schenkel B mittelst zweier schmiedeiserner Scheiben S und T, Figur 532, vermieden, welche durch drei Schraubenbolzen a mit einander vereinigt sind und die Büchse D zwischen sich fassen. Dabei ist b wieder eine Lederscheibe, gegen welche sich der äußerste, besonders abgedrehte Rand m (Fig. 533) am weiten Ende der Büchse lehnt und beim Umdrehen der Büchse reibt. Von den in Fig. 533 weggelassenen Scheiben T und S hat letztere ihren Platz in dem ringförmigen Raume n n zwischen der Kapsel G und der Büchse D.

Ueber die Vorzüge der einen oder anderen der beschriebenen Achsen ist man selbst in ihrem Vaterlande England noch nicht ganz einig.

Einleuchten dürfte jedoch die größere Sicherheit der Mail-Büchse, weil hier ein Losgehen der drei Schraubenmuttern c gewiß weit weniger zu erwarten ist, als dies bei den Schrauben y und z der Collinge der Fall ist, welche den ganzen Seitendruck der Büchse D auszuhalten haben, der bei Mail von dem Ansatze E, gegen welchen sich im schlimmsten Falle die Lederscheibe b lehnt, aufgenommen wird. Dagegen haben die Collinge den Vorzug des größeren Dichthaltens gegen Schmutz und Staub, was sofort aus der Vergleichung der Durchschnittsfiguren Fig. 524 und 533 klar werden wird, wo bei der Mail der Achsschenkel B völlig offen liegt, sobald die Staubbüchse G entfernt wird, bei der Collinge dagegen der Kragen x ein neues Mittel der Absperrung für Unreinigkeiten bildet, welche bereits in die Büchse G gelangt sein möchten. Daß Mail eine stärkere Nabe (unter sonst gleichen Umständen) als Collinge erfordert, dürfte namentlich für elegante Stadtwagen gegen jene sprechen, so wie andererseits der jedenfalls höhere Preis der Collinge nicht ganz zu übersehen sein wird.

Nachdem im Vorstehenden die ersten Gründe für die Einrichtung aller Fuhrwerke und ihrer allgemeinen Verhältnisse dargelegt wären, folgte eine Beschreibung der einzelnen Theile des Gestelles; und es ist nun die Verbindung dieser Theile zu dem Fuhrwerke selbst näher zu betrachten.

Dabei wird vorzugsweise der gewöhnliche und wichtigste Zweck zum Transporte größerer Lasten hier berücksichtigt.

Man unterscheidet zunächst an jedem Fuhrwerke das Untergestel oder den Unterwagen, und das Obergestell oder den Oberwagen Von Wichtigkeit ist vorzüglich nur die Kenntniß des Untergestelles, weil dieses die Leistungen des Fuhrwerkes hauptsächlich bedingt; der Oberwagen ist einer allgemein zu bestimmenden Einrichtung gar nicht fähig, indem die verschiedenen Zwecke bald diese, bald jene Anordnung erfordern, welche häufig selbst auf dem nämlichen Untergestell ausgeführt werden kann.

Das Gestell eines Karrens ist höchst einfach; die Achse mit ihren beiden Rädern wird in zwei Trag- oder Schwungbäume eingelassen, und durch Achsbügel, Bänder und Bolzen damit in feste Verbindung gesetzt. Diese Tragbäume bilden mit ihrem hinteren Theile den oberen Raum für die Bepackung und sind durch Querhölzer verbunden; ihre vorderen Theile kommen näher zusammen und geben die Gabeldeichsel, Kluftdeichsel oder Scheere zum Einspannen eines Pferdes. Sind mehrere Pferde nöthig, so müssen sie daher einzeln vor einander gespannt werden, und diese Anordnung, so wie besonders die Lage des Pferdes in der Gabel ist für schnelle Bewegungen sehr hinderlich. Denn es leuchtet ein, daß dieses Pferd nicht allein den Theil der Last tragen muß, der die Bäume nach vorwärts niederdrückt, sondern beim raschen Fahren wird das Thier, besonders auf unebenem Boden, durch das Hin- und Herschlagen der Tragbäume auf eine gewaltsame Weise angestrengt und gequält.

Die Bepackung des Karrens sollte eigentlich so geschehen, daß der Schwerpunkt der Last genau über die Achse zu liegen käme, alsdann würde keine nach vorn niederdrückende Gewalt auf die Bäume wirken, und das Gabelpferd hätte in dieser Hinsicht nichts zu leiden. Allein bei einer solchen Bepackung würde beim Aufwärtsfahren die Senkrechte aus dem Schwerpunkte hinter die Achse fallen, dadurch eine Drehung des Gestelles nach oben entstehen, und das Pferd in der Gabel wäre wohl kaum immer im Stande, diesen Gewalten Widerstand zu leisten. Man muß daher von Haus aus die Belastung so packen, daß ihr Schwerpunkt vor die Achse zu liegen kommt, dadurch ist die eben angeführte Drehung, die man nicht gestatten darf, zu vermeiden; aber es wird nun auch dem Pferde für den gewöhnlichen Zug auf ebenem Boden stets ein Theil der Last zum Tragen aufgebürdet.

Wie übrigens die Lage des Schwerpunktes in dieser Hinsicht regulirt werden soll, hängt von der Beschaffenheit der Wege ab, die man der Wahrscheinlichkeit nach passiren muß, und Gebirgsgegenden erfordern deßhalb andere Maßregeln als ein im Allgemeinen flaches Land.

Ein besonders ungünstiges Verhältniß tritt für den Karren dann ein, wenn derselbe — wie z. B. bei dem Durchschreiten von Gräben oder Vertiefungen — eine Drehung der Last bewirken muß; das Gabelpferd befindet sich bereits auf der neuen Richtung des Zuges, der Karren aber noch nicht, und es ist klar, wie schwierig dieser Uebergang werden kann.

Endlich bietet das Karrengestell im Allgemeinen weniger Raum dar, als das Wagengestell; bei Belastungen mancher Art, die viel Platz erfordern, rückt daher der Schwerpunkt höher; hierdurch, und durch den Umstand, daß die Last nur auf einem Gestelle liegt, ist der feste Stand des Karrens ungleich geringer, als der eines Wagens unter sonst gleiches Verhältnissen. Andere Vergleichungs-Momente werden sich späterhin ergeben.

Das Untergestell eines Wagens besteht aus dem Hintergestell, dem Vordergestell und der Deichsel.

Zum Hintergestell gehört die Achse mit den beiden Rädern; auf der

Mittelachse wird noch eine 3 bis 4 Zoll hohe Verstärkung angebracht, unter dem Namen des Achsschemels, und mit ihr durch Bänder vereinigt. Von ihm geht der Langbaum mit seinen beiden Streben oder Armen aus, und dient zur Verbindung des Hintergestelles mit dem Vordergestell; er gibt die Lenkung für das Hintergestell gerade so ab, wie die Deichsel dies für das Vordergestell thut.

Das Vordergestell besteht wieder aus der Achse mit den Rädern und einem Achsschemel auf der Mittelachse; durch letzteren gehen die beiden Deichselarme hindurch, welche vor der Achse die Deichselscheere zur Aufnahme der Deichsel bilden; hinter der Achse gehen sie beinahe bis zur Länge der Mittelachse auseinander, und sind an ihrem Ende — auf etwa 3 Fuß Abstand von der Achse — durch einen Querarm, Reibscheit oder Lenkscheit verbunden. Eben weil von der Hinterachse der Langbaum, und von der Vorderachse die Deichselarme ausgehen, muß Beiden jene angebrachte Verstärkung gegeben werden, um die Achse selbst nicht zu schwächen.

Der Langbaum des Hintergestelles geht über das Reibscheit weg, und tritt sodann in eine vierkantige weite Oeffnung in dem Vorder-Achsschemel, wo er durch den von oben durchgehenden Spann-Nagel gehalten wird. Das Reibscheit ist oben mit einer eisernen Schiene belegt, der vordere Theil des Langbaumes endigt in eine eiserne Kappe, und in dieser Verbindung muß das Vordergestell, d. h. die Deichselarme und die Deichselscheere, nothwendig eine wagerechte Stellung annehmen.

Zum Oberwagen gehört sodann der Wend- oder Lenkschemel, welcher in der Regel konvex gekrümmt auf dem Vorder-Achsschemel drehbar ruht, und durch welchen der Spann-Nagel von oben hindurch geht. Dieser Wendschemel steht mit dem Kasten oder den sonstigen Theilen des Oberwagens in fester Verbindung, und auf der Hinterachse wird der Oberwagen ebenfalls durch entsprechende Vorrichtungen, Rungen, Stemmleisten (auch wohl Nüsse genannt) festgehalten. Es kann daher die Vorderachse unter dem Wendeschemel und Oberwagen ihre Stellung verändern, ohne daß dieser und die Hinterachse daran auf irgend eine Weise Theil zu nehmen brauchen. Soll daher der Oberwagen im Ganzen eine horizontale Stellung einnehmen, so muß der Halbmesser der Vorderräder um die Höhe des Wendeschemels kleiner sein als der der Hinterräder. Dies ist der gewöhnliche Grund der kleinen Vorderräder; eine andere Veranlassung, sie noch niedriger zu machen, findet Statt, wenn man unterlaufende Räder haben will.

Von der hier beschriebenen Einrichtung des Vordergestelles ist das eigentliche Kutsch- oder Bockgestell völlig verschieden. Bei ihm muß ein großer freier Raum über der Vorderachse, zur Anbringung des Bockes u. s. w. gewonnen werden, in der Regel werden auch unterlaufende Räder angebracht, und danach muß sich die übrigens höchst abweichende Konstruktion sowohl des Unterwagens wie des Oberwagens in diesen Theilen richten. Es liegt nicht in dem Plane dieses Artikels, hiervon näher zu sprechen.

Als Material zum Unterwagen wird regelmäßig Eichenholz genommen, weil dessen größere Festigkeit und Dauer doch ein überwiegender Vorzug trotz des vermehrten Gewichtes ist. Bei leichteren Fuhrwerken benutzt man jedoch auch Buchen und Ulmen. Ueberhaupt hängt die Festigkeit des Gestelles keineswegs von der Masse und Dicke des verwendeten Materiales ab, sondern mehr noch von der zweckmäßigen Form, Gegeneinanderstellung und Verbindung der Theile.

Es dient die Deichsel, und zunächst die einfache Deichsel dazu, um durch eine bestimmte Stellung derselben der Vorderachse eine veränderte

Lage unter dem Wendeschemel und Oberwagen zu ertheilen. Wird nun der Wagen in Bewegung gesetzt, oder darin erhalten, so muß hauptsächlich der veränderte Zug der Pferde gegen die Achse, sowie die Pressung des Langbaumes und die Mitwirkung des Reibscheites allmälig auch das Hintergestell und den Oberwagen veranlassen, in die neue Richtung überzugehen. Durch die gleichmäßige Führung der Pferde wird die Deichsel dann ferner dazu dienen, die Richtung der Bewegung überhaupt zu erhalten und zu lenken, wie dies allgemein bekannt ist. Auf oder unter der Deichsel, nach Maßgabe der Höhe der Räder, liegt zur Verbindung der Zugstränge mit der Achse und mit dem Fuhrwerke die Wage (auch der Klippschwengel genannt) mit den beiden Ort- oder Zugscheiten; sie ist entweder feststehend oder beweglich, und im ersteren Falle dienen statt der Zugscheite die Zugöhre, in welche die Stränge eingehakt werden. Der feststehende Schwengel heißt auch wohl die Brake. Bei eingeübten Fuhrleuten leidet es keinen Zweifel, daß die Brake dem Fuhrwerk einen gleichmäßigeren und stetern Gang verschaffen kann; sonst aber muß man den beweglichen Schwengel vorziehen, weil bei ihm eine ungleichmäßige Anstrengung der Pferde viel leichter bemerkt und verbessert werden kann. Bei einem Angespann von mehr als zwei Pferden wird auf dem vorderen Ende der Deichsel der Vorderschwengel mit seinen Zugscheiten angebracht, welcher unter allen gewöhnlichen Umständen beweglich ist. Mitunter wird auch bei dem zweispännigen Wagen eine Gabel- oder Kluftdeichsel angewendet, in welcher das eine Pferd geht, während das andere auf die sonstige Weise angespannt wird. Bei dem Fortschaffen größerer Lasten gelten hiergegen beinahe die nämlichen Bemerkungen, welche gegen die Gabeldeichsel des Karrens oben angeführt sind.

Wenn der Fuhrmann vom Sattel fährt, so reitet er in Deutschland durchgängig auf dem linken Pferde, welches als solches das Sattelpferd heißt; das rechte wird dann das Handpferd genannt. Es ist leicht einzusehen, daß dadurch alle Wendungen nach links rascher, kürzer und sicherer auszuführen sind als die nach rechts, weil bei diesen das Handpferd weit schwieriger zu den nothwendigen Bewegungen zu bringen ist, als bei denen nach links, wo der Fuhrmann alle nöthigen Hülfen einfacher und nachdrücklicher anwenden kann. Wenn daher bei dem Anspann zu zweien eine Gabel benutzt wird, so muß sie an der rechten Seite liegen, weil dadurch das Handpferd viel mehr in die Gewalt des Fuhrmannes kommt. Beim langsamen Transporte großer Lasten auf guten Wegen hat man sogar beide Pferde in einzelne Gabeln geschirrt, und es ist nicht zu verkennen, daß unter solchen Voraussetzungen diese Einrichtung ihre eigenthümlichen Vorzüge für die möglichste Gleichmäßigkeit des Zuges hat. Auch ist die Gabeldeichsel für das Handpferd dann zu empfehlen, wenn durch besondere Verhältnisse der Bepackung auf der Vorderachse nur eine geringe Last und diese noch dazu völlig oder doch beinahe im Gleichgewichte liegt; damit sind die früheren Einwürfe gehoben, und nur die bessere Führung und größere Einfachheit bleibt bestehen.

Es bedarf nämlich wohl kaum der Bemerkung, daß bei Anwendung der Gabeldeichsel die Deichselarme u. s. w. wegfallen, und man hat dabei durch eine besondere Konstruktion des Oberwagens mitunter auch den Langbaum entbehrlich gemacht; jedoch ist hier nicht der Ort, solche spezielle Abänderungen näher zur Betrachtung zu bringen.

Bei allen Fuhrwerken ist ihre Lenkbarkeit, oder die Fähigkeit, aus einer Richtung in eine andere überzugehen, ein Gegenstand von besonderer Wichtigkeit. Man wird derjenigen Einrichtung die größere Lenkbarkeit zu-

sprechen, welche es gestattet, bei der nämlichen Geschwindigkeit in der kürzeren Zeit die neue Richtung anzunehmen. Deßhalb ist ferner klar, daß es auf die Größe des Bogens ankommt, welcher dabei beschrieben werden muß, und diese Größe hängt von der Länge des dazu gehörenden Halbmessers ab.

Denkt man sich einen Karren, so besitzt er, unter gewissen Umständen, eine absolute Lenkbarkeit, indem es möglich ist, ihn um die Mitte seiner Achse dergestalt zu drehen, daß das eine Rad seinen Bogen vorwärts beschreibt, während das andere ihn rückwärts vollführt. Beide Bewegungen erfolgen daher mit dem möglich kürzesten Halbmesser, nämlich mit der halben Länge der Achse. Allein diese absolute Drehbarkeit kann nur durch Anstellung von Menschen erreicht werden, und ist durch ein eingeschirrtes Pferd nicht zu bewirken; ein solches wird höchstens die Drehung um das eine Rad herausbringen, und auch dies nur auf einigermaßen festem Boden, dann ist folglich die ganze Länge der Achse der Halbmesser der Drehung. In der Regel werden sogar beide Räder einen Bogen beschreiben, einen inneren und einen äußeren, deren gemeinschaftlicher Mittelpunkt dahin fällt, wo die Verlängerung der ersten Stellung der Achse und die beabsichtigte neue Richtung derselben einander treffen. Mithin ist dann der Halbmesser der Drehung, der Bogen und die Zeit größer, d. h. die Lenkbarkeit des Karrens ist geringer, als es Anfangs der Fall zu sein schien.

Für den Wagen ist die Lenkbarkeit von mehr Momenten abhängig, als bei dem Karren, und daher auch schwieriger zu übersehen.

Man denke oder zeichne sich fürs Erste nur das Untergestell ohne den Oberwagen, und zwar gebe man dem Vordergestelle eine schräge Lage in der Art, daß das eine Rad desselben gegen den Langbaum trifft, so bezeichnet diese Stellung diejenige Grenze der Abweichung, in welche das Vordergestell versetzt werden kann. Dann schließt die Vorderachse mit dem Langbaum einen bestimmten spitzen Winkel ein, und indem man die Richtungen beider Achsen bis zum Zusammentreffen verlängert, findet sich der Mittelpunkt der Drehung; die Entfernung desselben von der Mitte der Vorderachse gibt den Halbmesser der drehenden Bewegung ab. Je kleiner nun, bei übrigens gleichen Verhältnissen, der eben bezeichnete Winkel wird, desto früher schneiden sich die Achsenrichtungen, desto kleiner ist der Halbmesser der Drehung, und damit wird die Lenkbarkeit um so größer. Die Verkleinerung dieses Winkels ist also zuerst festzustellen. Wenn nur ein Langbaum und weiter kein Oberwagen oder Kasten zu berücksichtigen ist, so wird jener Winkel um so mehr abnehmen können, je breiter die Spurweite und je niedriger die Räder sind, und es läßt sich denken, daß hinlänglich kleine Räder unter den Langbaum treten können, wodurch der Winkel zu Null würde, die Vorderachse in die Richtung des Langbaumes selbst träte, und der Mittelpunkt der Drehung in die Mitte der Hinterachse fallen müßte. Bei dieser äußersten Grenze wäre demnach der Halbmesser der Drehung übereinstimmend mit der Länge des Langbaumes, und eine weitere Verringerung desselben ist bei Wagen nicht möglich. In allen Fällen, wo der Winkel nicht zu Null werden kann, hängt daher die Lenkbarkeit von folgenden Momenten ab: Sie wird desto größer oder günstiger, je breiter die Spur, je niedriger die Vorderräder, je kürzer das Fuhrwerk und je schmäler der Oberwagen ist, in geringer Hinsicht auch noch je schmäler die Felgen sind. Hieraus ergeben sich die entgegengesetzten Beziehungen von selbst.

Da die Länge des Fuhrwerkes meistentheils durch andere Umstände unabänderlich gegeben ist, so bleibt zur Verkleinerung des Halbmessers der Drehung in der Regel nichts weiter übrig, als eine Verminderung

des so wesentlich mitwirkenden Winkels, den die Vorderachse gegen den Langbaum einschließt. Da eine Erniedrigung der Vorderräder über eine bestimmte Grenze nicht gestattet ist, und auch der Raum des Oberwagens nicht zu schmal sein darf, so hat man Einschnitte am Kasten angebracht, in welche die Räder bei ihrer Drehung hineintreten; oder man richtet bei Frachtwagen die Bepackung darnach ein, und in manchen Fällen läßt man die Vorderräder unter den nach oben gebogenen Langbaum unterlaufen. Endlich trennt man bisweilen die Belastungen, so daß der Raum auf der Vorderachse und Hinterachse in seiner ganzen Breite vollständig benutzt wird, zwischen beiden aber eine freie Stelle für die Räder beim Wenden offen bleibt, wo also nur der Langbaum die Drehung einschränkt. Bei Fuhrwerken, die scharfe Wendungen zu machen haben und dabei vorzugsweise zum Transporte solcher Gegenstände bestimmt sind, die verhältnißmäßig wenig Raum verlangen, ist diese letztere Art bei weitem die beste. Für Kutschen zieht man bekanntlich unterlaufende Räder vor, wobei jedoch die schon früher erwähnte eigenthümliche Beschaffenheit des Gestelles, namentlich die Biegung des Langbaumes nach oben, oder die vollständige Anordnung des Oberwagens, es gestattet, den Rädern eine größere Höhe zu geben, als es sonst thunlich wäre. Man wird die ganz niedrigen Vorderräder sich nur bei solchen Fuhrwerken gefallen lassen, welche, ohne eben schwere Lasten zu transportiren, stets auf guten Wegen fahren, und bei denen sehr scharfe Wendungen — wie bei dem Einfahren in Thorwege u. s. w. — häufig in rascher Bewegung vorgenommen werden sollen.

Im Allgemeinen sind unterlaufende Räder sonst schlechthin zu verwerfen, da sie die sämmtlichen Nachtheile der niedrigen mit dem Hauptnachtheile der hohen (die geringere Stabilität) vereinigen. Ein Fuhrwerk mit solchen niedrigen Vorderrädern ist auf schwierigen Wegen oder gar auf ungebahnten Strecken ein höchst mangelhafter, zerbrechlicher und sich selbst zerstörender Apparat, der gewöhnlich in den wichtigsten Augenblicken den Dienst versagt.

In manchen Gegenden kommen bekanntlich nur Karren vor, in anderen nur Wagen, und es ist von Interesse, durch eine Vergleichung der Vorzüge und Nachtheile beider Fuhrwerke die Gründe für diese Thatsache klar zu machen. Man kann bemerken, daß das Gestell des Karrens für gleiche Belastungen im Ganzen leichter sein wird, als das des Wagens, daß dagegen die Achsschenkel nothwendig stärker sein müssen, weil die Bepackung nur auf einer Achse ruht. Eine Zusammenstellung aller einzelnen Verhältnisse, auf horizontalem festen, oder auf weichem Boden, beim Bergauffahren, wie beim Ueberwinden von Hindernissen, führt eigentlich zu keinem bestimmten Resultate. Die größere Leichtigkeit des Karrengestells, welche in einigen dieser Fälle von Wichtigkeit sein würde, wird größtentheils oder völlig durch andere Nebenumstände, wohin namentlich die größere Dicke der Schenkel gehört, wieder ausgeglichen. Es bleiben jedoch einige Verhältnisse übrig, die eine Entscheidung zulassen. Für den Karren spricht dessen größere Lenkbarkeit, wodurch ein aufmerksamer Fuhrmann einzelnen Hindernissen, Schlaglöchern u. dergl. ausweichen kann, was beim Wagen in solcher Art nicht thunlich ist. Dagegen ist letzterer beim Passiren von Gräben und Unebenheiten im Vortheile, besonders aber durch seinen ungleich festeren Stand. Bei dem Karren fällt nämlich, sobald das eine Rad niedriger zu stehen kommt, die Last wesentlich auf diese Seite, deßhalb, und wegen der höheren Lage des Schwerpunktes, ist die damit verbundene Schwungbewegung leicht im Stande, das Umreißen des Ganzen herbeizuführen. Bei dem Wagen wird meistentheils doch nur das Rad eines Gestelles in die niedrige

Lage durch Schlaglöcher, Hindernisse oder dergl. gerathen, während das andere Gestell in seiner richtigen Lage verbleibt. Dadurch ist die Schwungbewegung an sich nur halb so groß, und die Verbindung mit dem zweiten Gestelle vermindert sie noch mehr. Es müßte daher jenes erstere Gestell dieses letztere mit umreißen, wenn das Ganze fallen soll; allerdings tritt dies in manchen Fällen auch ein, jedoch wird sehr häufig der Wagen seine Stellung bei solchen Gelegenheiten behaupten, wo der Karren längst umgeworfen wäre. Die Richtigkeit dieser Ansicht springt um so mehr hervor, wenn man sich erinnert, wie sehr leicht Kabriolets und ähnliche karrenartige Fuhrwerke, bei denen die Last nicht ganz niedrig gelegt werden kann, dem Umwerfen ausgesetzt sind, so sehr, daß sie verständigerweise nur auf Kunststraßen angewendet werden können. Selbst ein ganz kurzer vierrädriger Wagen ist in dieser Hinsicht schon bedeutend im Vortheile.

Bei allen Fuhrwerken ohne Ausnahme ist es wichtig, den Schwerpunkt der Bepackung so niedrig wie möglich zu legen, und es gibt eine Menge eigenthümlicher Konstruktionen, um diesen Zweck zu erreichen. Allein bei Fuhrwerken, die für allgemeine Verhältnisse gebaut werden, kann man von solchen speziellen Anordnungen fast nie Gebrauch machen, sondern muß sich durch eine verständige Bepackungsmethode zu helfen suchen, so gut es gehen will.

Wenn daher ein Fuhrwerk für allgemeine und unbestimmte Transporte angeordnet werden soll, so kann die Entscheidung nicht zweifelhaft sein, daß dazu der Wagen am besten geeignet ist. Die Gründe, welche dessenungeachtet in allen Gebirgsländern die durchgängige Einführung der Karren bewirkt haben, sind von ganz anderer Art. Zunächst würde nämlich das Fortschaffen großer Lasten ungetheilt auf einem Fuhrwerke doch nicht möglich sein, weil die Unsicherheit des Zuges bei Anwendung mehrerer Pferde auf steilen Wegen, an Abgründen u. s. w. so gefahrvoll wäre, daß man schon deßhalb sich auf die Verwendung eines oder zweier Pferde beschränkt sieht. Wegen der Beschaffenheit aller gewöhnlichen Gebirgspässe ist in ihnen nur die Mitte des Weges frei, so daß die herabgerollten Steine und der Schutt an den Seiten das Nebeneinanderspannen zweier Pferde regelmäßig verhindern. Endlich und vorzüglich ist beim steilen Bergabfahren das eine in der Gabeldeichsel gehende Pferd viel mehr zum Aufhalten geeignet, als jede andere Art zu spannen, und wesentlich wohl aus diesem Grunde hat die Erfahrung sich für Fuhrwerke mit einem Pferde, in eine Gabel gespannt, entschieden. So einleuchtend diese Verhältnisse auch sind, so wenig ist man auf dem Wege der Theorie zu dem Resultate gekommen, daß für Gebirgsländer der Karren, für flache Gegenden der Wagen das geeignetste Fuhrwerk sei, vielmehr ist eine lange Erfahrung aller theoretischen Betrachtungen dieser Art um Jahrhunderte voran geeilt.

Bei dem Abwärtsfahren aller Fuhrwerke wirken diejenigen Widerstände, welche bei dem Aufwärtsfahren, wegen der Mitwirkung der Schwerkraft, überwunden werden mußten, als ein Streben an der geneigten Ebene herabzugleiten, nur daß für das Hinauffahren die Reibung außerdem hinderlich war, während sie jetzt als eine hemmende Kraft dem Hinabgleiten entgegen wirkt, und also in diesem Falle günstig erscheint.

Dennoch sind die abwärts gerichteten Kräfte oftmals so bedeutend, daß ihnen ein künstlicher Widerstand entgegengesetzt werden muß, um das Hinablaufen zu mäßigen und Unglücksfälle zu verhüten; man nennt diese Hülfsmittel die Methoden zu hemmen oder aufzuhalten.

Das einfachste und beste Hemmen, oder vielmehr Zurückhalten geschieht durch Anstellung von Menschen, die an hinten angebrachten Tauen,

Ketten u. s. w. das rasche Hinablaufen verhindern. Bei Militärfuhrwerken wendet man, da wo hinlängliche menschliche Kräfte zu Gebote stehen, diese Methode immer an; sonst ist sie freilich selten zu benutzen. Nur bei dem Karren mit seiner Gabeldeichsel wird das eingespannte Pferd allein ein genügendes und sicheres Aufhalten bewirken können; bei dem Wagen mit seiner einfachen Deichsel, so wie wegen der größeren Last, die er führt, ist es an steileren Abhängen, selbst bei gut abgerichteten Pferden, immer mißlich, sich auf die Pferde allein zu verlassen, und es werden meistentheils künstliche Mittel in Thätigkeit gesetzt werden müssen, welche dazu dienen, die Drehung eines oder sogar zweier Räder zu verhindern. Man wendet dazu sehr verschiedene Vorrichtungen an, wie z. B. die Hemmkette, den Hemmschuh, die Hemmschraube und viele andere. Für leichtere und elegante Fuhrwerke benutzt man meistens den Hemmschuh, weil die Kette das Rad zu sehr angreift, und die Hemmschraube bei ihnen nicht gut anzubringen ist, ohne der Eleganz und sonstigen Zwecken Eintrag zu thun. Jedoch ist der Hemmschuh keineswegs sicher, sondern er läßt, namentlich auf Steinpflaster, das gehemmte Rad nicht selten herausspringen. Bei schweren Fuhrwerken ist die Hemmschraube, wodurch man nach Willkür beide Räder mehr oder weniger am Umdrehen verhindert, bei weitem die beste und sicherste Vorrichtung. Ein sehr gutes und sinnreiches Mittel ist ein Hebelwerk zum Hemmen, welches bei Reisewagen und Postkutschen durch eine Person im Wagen selbst in Wirksamkeit gesetzt wird. Allein eben deßhalb eignet es sich auch fast nur für diese Art Fuhrwerke.

Es ist übrigens leicht zu erkennen, daß jede eigentlich gewaltsame Hemmung, besonders insofern dabei auf einzelne Theile des Fuhrwerkes ausschließlich gewirkt wird, den dadurch getroffenen Theilen höchst nachtheilig werden muß. Denn die Festigkeit der Theile, oder ihre Verbindung unter einander, bleibt immer derjenige Stützpunkt, dessen Widerstand hinreichen muß, um den Gewalten genügend entgegen zu treten, die man aufheben und beseitigen will. Sobald beim Aufwärtsfahren ein Halt gemacht wird, oder man den Pferden einige Ruhe verschaffen will, ist es zweckmäßig, dem Streben des Fuhrwerkes zum Hinablaufen eine anderweitige Hemmung — unabhängig von den Zugkräften — entgegen zu setzen. Man legt daher hinter die Räder Steine oder Holzstücke, oder besser bringt man überhaupt an der Hinterachse eine drehbare Stütze an, die unten gabelförmige Zacken hat, für solche Fälle wird sie losgemacht und schleift hinterher, so daß sie im Augenblicke des Haltens von selbst in Anspruch genommen wird.

Der letzte und in gewisser Beziehung vielleicht wichtigste Gegenstand dieser Abhandlung ist eine allgemeine Darlegung über die Zugkräfte der Thiere und deren zweckmäßigste Verwendung, insbesondere der Pferde, weil diese für einen großen Theil Europas beim Fortschaffen der Lasten doch vorzugsweise in Betracht kommen. Es kann nicht die Absicht sein, hier eine irgend erschöpfende Untersuchung zu führen, jedoch lassen sich viele interessante und folgenreiche Mittheilungen auch auf eine einfachere Weise vortragen.

Eine Vergleichung zwischen thierischen und sogenannten mechanischen Kräften muß an dieser Stelle übergangen werden; ebenso kann von der Bedeutung der Muskelkräfte und ihren Verhältnissen zu dem Knochengebäude nicht die Rede sein. Es ist hier nur hervorzuheben, daß das Pferd im Allgemeinen sich mehr zum Ziehen als zum Tragen eignet, während Esel und Maulthier durch die geringere Anzahl ihrer Rückenwirbel und den dadurch bedingten Bau des Rückens, so wie wegen ihres geringeren Gewichtes mehr zum Tragen geeignet sind.

Es ist zu bemerken, daß zwischen der Geschwindigkeit, die man von einem Thiere verlangt, und zwischen der dabei fortzuschaffenden Last — sei dies nun durch Tragen oder durch Ziehen — ein bestimmter nothwendiger Zusammenhang Statt findet, und zwar so, daß mit zunehmender Geschwindigkeit die fortzuschaffende Last, in den mitleren Verhältnissen, etwa gleichmäßig abnehmen muß. Natürlich gilt dies nicht in der Nähe der Grenzwerthe; denn eine übermäßige Last wird das Thier überhaupt nicht in Bewegung setzen, und bei dem höchsten Grade von Geschwindigkeit, dessen es fähig ist, hat es an seiner eigenen Körperlast hinreichend zu tragen, ohne daß man ihm noch eine neue Belastung hinzufügen sollte. Dabei kommen gewaltsame Anregungen, Peitsche und Sporn, hier nicht in Betracht, weil sie nur kurze oder augenblickliche Kraftanstrengungen herbeiführen, welche im Großen und nachhaltig unberücksichtigt bleiben müssen.

Faßt man die Art des Ziehens bei einem Pferde näher auf, so ist nicht zu verkennen, daß das eigene Gewicht des Thieres dabei als wesentlich günstig mit in Betracht kommt, jedoch nicht in solcher Art, daß leichtere Pferde schlechthin weniger brauchbar wären als schwerere, weil dennoch Temperament und Race von großem Einfluß sein können.

Um nun die Zugkraft eines Thieres frei von allen Nebenumständen aufzufassen, muß sie unmittelbar auf den Widerstand der Erdschwere zurückgeführt werden. Man wird deßhalb die horizontalen Zugstränge über eine feste Rolle so leiten, daß das Thier ein gewisses Gewicht geradezu heben muß, und wird dann bemerken, mit welcher Geschwindigkeit und dabei wie lange dieses gehobene Gewicht in Bewegung gesetzt wird. Jede andere Messung oder Vergleichung ist unsicher und häufig unbrauchbar.

Man ist bei dieser, wie bei allen ähnlichen Untersuchungen, übereingekommen, die Geschwindigkeit der bewegten Last in einer Sekunde, mit dieser Last selbst multiplizirt, das Moment der Bewegung zu nennen, so daß folglich das Moment das nämliche bleibt, ob z. B. 1000 Pfund mit 10 Fuß Geschwindigkeit in der Sekunde bewegt werden, oder 10000 Pfund mit 1 Fuß in derselben Zeit.

Bei Anwendung jenes Verfahrens zeigt sich dann zunächst, daß ein gutwilliges eingeübtes Pferd, für einen Augenblick, eine Last eben in Bewegung setzen kann, die etwa mit seinem eigenen Gewichte übereinstimmt, also ungefähr zwischen 500 und 700 Pfund beträgt. Natürlich sprechen aber sowohl hierbei wie auch bei den anhaltenden Leistungen eine Menge von Nebenumständen mit, und deßhalb sind allgemein gültige Annahmen, für anscheinend schwächere Pferde, nicht zu gestatten. Nur für einen langsamen Dienst bei großen Lasten leistet das schwere Pferd im Durchschnitte und auf die Länge am meisten.

Um einen mittleren brauchbaren Maßstab zu erhalten, kann man annehmen, daß ein nicht schwaches Pferd in dem vorhin angeführten Sinne im Stande sei, eine Last von 150 bis 180 Pfund mit einer Geschwindigkeit von 3 bis 4 Fuß in einer Sekunde aufwärts zu bewegen, und diese Kraftanstrengung während 24 Stunden 6 bis 8 Stunden andauernd auszuüben. Wie sehr dabei aber Wartung und Fütterung einwirken, bedarf keiner näheren Anführung.

Die ursprünglichen Versuche zur Feststellung dieser Zahlen sind mit mancherlei Umständlichkeiten verknüpft; man bedient sich daher einfacher einer starken Federwage als Kraftmesser oder Dynamometer. Dieser Apparat wird mit einer Eintheilung versehen, die beim Zusammendrücken der Feder durch wirklich angehängte Gewichte regulirt wurde und von Zeit zu Zeit nachgesehen werden muß. Man bringt die Federwage mit den Zugkräften in unmittelbare Verbindung, und beobachtet dieselbe in

willkürlichen Zwischenzeiten (z. B. von 10 zu 10 Sekunden). Als Mittelzahlen einer großen Menge sorgfältiger Beobachtungen, unter den verschiedensten Umständen, haben sich nun die eben angeführten Zahlen ergeben. Dabei sind jedoch die früher genannten Thatsachen über die große Veränderlichkeit solcher Werthe nicht zu übersehen.

Eine ganz andere Frage aber ist es, was das Pferd mit dieser seiner Anstrengung zum Transporte von Lasten nun leisten wird? Das hängt so ganz und gar von der zweckmäßigen oder verkehrten Einrichtung der Fuhrwerke und von der Beschaffenheit der Wege ab, daß darüber, strenge genommen, gar keine Entscheidung denkbar ist. Denn die Last, welche das Thier fortschafft, ist keineswegs eine Darlegung der eigentlichen Kraft desselben, wenn dabei nicht alle Verhältnisse der Kraft und des Widerstandes mit berücksichtigt werden. Die Verhältnisse des Widerstandes aber sind von doppelter Art: theils die am Fuhrwerke selbst, theils die auf den Wegen. Nun ist es — nach den früheren Sätzen — kaum möglich, die Widerstände am Fuhrwerke selbst festzustellen, geschweige denn diejenigen, welche wegen des Erdbodens sich der Bewegung entgegensetzen. Gerade aber deßhalb mußte ein Maßstab oder eine Vergleichung gesucht werden, welche von allen diesen veränderlichen Beziehungen unabhängig wäre. Wie unzutreffend, ja selbst ungereimt, daher solche Behauptungen sind, welche es sich herausnehmen, von der fortgeschafften Last geradezu Schlüsse über Pferdekräfte oder über Einrichtungen an Fuhrwerken abzuleiten, bedarf hoffentlich keiner weiteren Bemerkung mehr. Uebrigens hat man mit einer geringen Abänderung von jenen Mittelzahlen, die sich auf die Ueberwindung der Schwerkraft beziehen, auf ganz einfache Weise den Begriff einer Pferdekraft abgeleitet, wie er bei Dampfmaschinen und im Großen gebraucht wird.

Für den wirklichen Gebrauch bei Fuhrwerken ist nun zunächst klar, daß ein einzelnes richtig behandeltes Pferd stets mit dem möglich größten Erfolg seine Kräfte in Thätigkeit setzen wird, weil dessen Anstrengung ununterbrochen in demselben Maße fortdauern muß, wenn die Geschwindigkeit nicht sofort und deutlich verändert werden soll. Es ist daher nicht anzunehmen, daß eine Vermehrung der Pferde eine Vergrößerung der fortzuschaffenden Lasten in dem nämlichen Maße gestatten wird. Zwei Pferde neben einander leisten in dieser Hinsicht auf jeden Fall mehr, als zwei Pferde zu eins vor einander, und wenn es einzurichten ist, so werden selbst drei Pferde neben einander etwa noch eben so viel ziehen, als vier derselben zu zweien oder gar zu eins vor einander. Denn das paarweise Angespann vor einander gibt durch das unvermeidliche Schwanken, sowohl der einzelnen Pferde, wie der Paare unter sich, einen neuen Grund ab, weßhalb ein gleichmäßiger Angriff noch weniger möglich ist, d. h. man erhält keineswegs die Leistungen in demselben Grade vermehrt, wie es die Anzahl der Pferde mit sich bringen sollte. Schon deßhalb sind solche Transport-Einrichtungen, wenn es möglich ist, zu vermeiden, bei denen vor ein Fuhrwerk mehr als vier, höchstens sechs Pferde gespannt werden müßten. Allerdings gibt es eine Menge von Fällen, bei denen diese Einschränkung nicht thunlich ist; häufig aber wird sie bloß aus Unkunde vernachlässigt und dadurch ein höchst unnützer Aufwand herbeigeführt, der durch die verminderte Anzahl der Fuhrwerke nicht wieder ausgeglichen werden kann. Diese Bemerkung gilt hauptsächlich von allen Transporten auf schlechten Wegen, oder wie bei Militär-Fuhrwerken, bei denen man im Voraus weiß, daß auch ganz ungebahnte Strecken passirt werden müssen. Es ist in dieser Hinsicht stets am besten, die Pferde so nahe und ohne weitere Vermittlung an die Last zu spannen, wie es überhaupt thunlich ist. Die Gleichmäßigkeit

des Zuges kann dadurch nur befördert werden. Kommt dazu die Nothwendigkeit, vom Sattel zu fahren, so darf man annehmen, daß das Sattelpferd etwa nur halb so viel ziehen kann, wie ein anderes; der aufmerksame Fuhrmann bewirkt diese nothwendige Erleichterung ganz einfach dadurch, daß er das Sattelpferd mit etwas längeren Strängen anspannt.

Eine ausgedehnte Erfahrung hat in dieser Hinsicht gelehrt, daß wenn die verhältnißmäßige Belastung für ein einzelnes Pferd durch die Zahl 10 ausgedrückt wird, dann bei zwei Pferden auf jedes nur noch die Verhältnißzahl 8 gerechnet werden könne, bei vieren für jedes die Zahl 7, und bei sechs die Vergleichungszahl 6, wie das Alles aus den vorstehenden Bemerkungen sehr begreiflich wird. Es versteht sich übrigens von selbst, daß, wenn von den fortzuschaffenden Lasten die Rede ist, darunter das Gewicht des Fuhrwerkes stets mit eingeschlossen ist.

In Uebereinstimmung mit den betreffenden Sätzen im Obigen hat sich ferner durch einen langen Gebrauch der Pferde bei Maschinen, namentlich bei Erdwinden dargethan, daß bei einer Verminderung der Geschwindigkeit um einen Fuß in der Sekunde, man eine Steigerung der wirklichen Zugkraft von 25 bis 30 Pfund erwarten dürfe, und da dies $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ der ganzen Kraft beträgt, so ist leicht abzusehen, daß eine wichtige Vermehrung der Leistungen davon die Folge sein muß.

Besonders kommt noch, wenn von Bestimmung der Erfolge von Zugkräften die Rede ist, in einzelnen Fällen die Beschaffenheit des Weges oder der Bahn in Betracht. Man bemerkt nämlich bei Bewegungen auf festem Sande und Kies für eine Geschwindigkeit von 3 bis 8 Fuß in der Sekunde, d. h. beim Fahren im Schritt und Trab keinen Unterschied der Momente im dem Sinne, wie dieser Begriff oben aufgestellt ist; wohl aber zeigt sich ein solcher auf dem Steinpflaster, und die lebhaften Erschütterungen, welche damit bei steigenden Geschwindigkeiten so auffallend verbunden sind, ergeben deutlich, daß ein namhafter Theil der Kräfte alsdann nutzlos verbraucht wird. Die Erfahrung scheint zu lehren, daß bei solchen Gelegenheiten eine doppelte Geschwindigkeit die Widerstände *in dieser Hinsicht* beinahe auf das Vierfache steigert. Daraus ist die praktische Fuhrmannsregel entstanden: langsam fahren und viel laden. Nun, die befolgen sie denn auch redlich!

Gelegentlich mag an dieser Stelle als Gegensatz erwähnt werden, wie sehr der Transport von Lasten, die auf Federn ruhen, die Sache erleichtert und selbst die Zugkräfte begünstigt. Denn das elastische Heben und Senken bewirkt auf hartem unebenem Boden angenähert eine Ausgleichung der stets wechselnden Widerstände und Kräfte und damit nicht allein einen gleichmäßigeren, sondern auch einen solchen Zug, dessen Mittelwerthe geringer sind, als sie es ohne jene Ausgleichung sein würden. Hiermit stimmen ausgedehnte Versuche mit dem Dynamometer vollkommen überein.

Wenn nach allen vorstehenden Erörterungen die Belastung unter ungünstigen Voraussetzungen (d. h. für schwierige Wege, bei ungenügender Wartung und Pflege) bestimmt werden soll, so wird man für ein einzelnes Pferd nicht mehr als 2000 Pfund rechnen dürfen; bei zwei Pferden auf jedes etwa 1600 Pfund, bei vier Pferden ebenso 1400 Pfund, und bei sechs Pferden für jedes höchstens 1200 Pfund. Der Frachtfuhrmann dagegen, welcher nur auf Kunststraßen fährt, stark und regelmäßig füttert und bisweilen Vorspann nehmen kann, ladet weit mehr, ja selbst bei vier Pferden auf ebenen guten Straßen hinter jedes oft gegen 4000 Pfund.

Umgekehrt muß bei militärischen Verhältnissen, wo die Umstände der

Wege, der Verpflegung und der Bewegungen noch ungünstiger und gewaltsamer sind, als sie vorhin angenommen wurden, die Belastung weit mehr herabgesetzt, oder die Bespannung desto mehr gesteigert werden, besonders auch weil hier bei je zwei Pferden ein Fuhrmann als Reiter mit in Betracht kommt. Daher rechnet man bei den Reserven einer Armee für 4- und 6spännige Wagen, welche die besseren Wege nicht verlassen, auf jedes Pferd 900 bis 1000 Pfd., und bei denjenigen Geschützen, welche mit der Kavallerie zusammen dienen, nicht gern über 500 bis 600 Pfd. Belastung. Die Erfahrung hat hinlänglich dargethan, daß im Laufe anstrengender Feldzüge diese Zahlen keineswegs zu weit herabgesetzt sind.

Endlich nimmt man an, daß ein Ochse reichlich dieselben Zugkräfte ausüben kann, wie ein Pferd; nur freilich ist die Geschwindigkeit seiner Bewegung dabei um $1/3$ bis $1/4$ geringer, und beträgt daher nur 2 bis $2\frac{1}{2}$ Fuß in der Sekunde. Spannt man aber in demselben Zuge Pferde voraus so veranlassen sie eine etwas raschere Bewegung auch für das nachfolgende Zugthier.

Gleichsam zur Ergänzung und Vervollständigung der im Vorstehenden zuletzt besprochenen Umstände und Verhältnisse bei Fuhrwerken theilen wir nachstehende Tabelle mit, welche auf Wahrnehmungen und Erfahrungen beruht, die bei der hannoverschen Chausséebauverwaltung gemacht worden sind.

Art des Fuhrwerks	Gewöhnlicher Durchmesser: Vorder-Räder Fuß	Vorder-Räder Zoll	Hinter-Räder Fuß	Hinter-Räder Zoll	Mittlere Dicke des konischen Achsschenkels in Zollen	Radfelgenbreite in Zollen	Eigengewicht der Wagen in Zentnern	Belastung der Wagen pro Pferd auf Chausseen in Zentr.	Geschwindigkeit d. Bewegung in der Sekunde (horizontale Chaussée)
Eigentliches Frachtfuhrwerk	5	—	5	4	$2\frac{1}{4}$"—3"	4—10 meistens 6"	40—80	36—50 u. mehr	$3\frac{1}{2}$—4 Fuß
Gewöhnliches Lastfuhrwerk	4	9	5	2	desgleich.	$2\frac{1}{2}$—3	20—30	30—40	4 Fuß
Landfuhrwerk	4	9	5	—	"	2—$2\frac{1}{2}$	8—16	20—30	4—$4\frac{1}{2}$ Fuß
Postwagen (Eilwagen)	3	6	4	9	"	$2\frac{1}{2}$	18	4—6	9 Fuß

Bemerkungen zu dieser Tabelle.

1. Die (hannoversche) gesetzliche Spurweite ist 4 Fuß 10 Zoll.
2. Gesetzliche höchste Ladungsbreite 11 Fuß.
3. Die Räder sind meistens zylindrisch, die Achsschenkel etwas abwärts geneigt, damit die Räder die gewölbte Bahn in größter Breite berühren und die Wagenrungen oben weiter von einander stehen können. Die Reifen runden sich bald ab, zunächst an der Innenseite. — Bei normaler Wölbung der Steinbahnen ($1/36$ bis $1/48$ der Breite) können von der Radbreite höchstens 6 Zoll dicht aufliegen und die Bahn unmittelbar berühren. Die vortheilhafteste Radfelgenbreite auf besteinter Bahn ist 5 — 6 Zoll.
4. Die Fuhrleute nehmen auf 1 Pfund Achsengewicht 100 Pfd. Ladung.

5. Außerordentliche Ladungen auf ziemlich horizontaler Bahn sind { 115 Ztr. auf 2 Pferde. 212—270 Ztr. auf 4 Pferde 339 Ztr. auf 6 Pferde.

6. Verhältnißmäßiges Ladungsgewicht nach der Größe der Bespannung:

Auf 2 Pferde 82 Zentner
„ 3 „ 109½ „
„ 4 „ 136½ „

Furnüre nennt man dünne Blätter von Holz, im Besonderen den schönen und theuren Holzgattungen, welche man zum Bekleiden der aus geringem Holze angefertigten Möbel gebraucht. Die Darstellung derselben geschieht durch Zersägen des Furnürholzes auf eigenen sehr sorgfältig konstruirten und mit dünnen Sägblättern versehenen Sägemaschinen, den sogenannten Furnürschneidmaschinen, deren Säge in horizontaler Richtung arbeitet, während der Holzblock oder die Bohle von unten nach oben gegen sie vorrückt. Nur ausnahmsweise werden Furnüre mit großen Handsägen geschnitten. Man schneidet aus 1 Zoll Holzdicke 8 bis 20 Blätter, welche — den Abgang durch die Sägespäne in Rechnung gebracht, etwa von $\frac{1}{12}$ bis herab zu $\frac{1}{40}$ Zoll Dicke ausfallen. Die Befestigung der Furnüre auf den Holzgegenständen (dem Blindholze) — das Furniren — geschieht durch Aufleimen, wobei auf krummen Flächen mancherlei Kunstgriffe und Hülfsvorrichtungen nöthig sind, um die erforderliche Biegung der Holzblätter zuwege zu bringen.

Die allgemeine Gewohnheit, feine Möbel durch furnirte Arbeit herzustellen, hat ihren Grund nicht allein in der durch Holzsparung erreichten Wohlfeilheit, sondern wesentlich auch darin, daß die von Natur mit schönen Zeichnungen versehenen Holzportionen nur in Stücken von unbeträchtlicher Dicke zu bestehen pflegen, weßhalb man, um sie gehörig auszunutzen, zur Zertheilung in eine möglichst große Anzahl Blätter seine Zuflucht nehmen muß.

Fuselöl. Bei der Destillation des Branntweins sammelt sich theils in den Kühlschlangen, theils den Beckenapparaten und sonstigen Theilen der Destillirvorrichtung, theils auch in den wollenen Filtern, durch welche man den aus dem Schlangenrohr abfließenden Branntwein laufen läßt, eine schmierige, gewöhnlich durch einen Kupfergehalt grün gefärbte, sehr widerlich riechende Substanz, welche im Allgemeinen mit dem Namen rohes Fuselöl belegt wird. Es destillirt besonders während jener Periode, wo die Maische fast ganz abgetrieben und ein sehr wasserhaltiges Destillat überzugeben anfängt. Eine kleine Menge desselben bleibt in dem gewonnenen Branntwein aufgelöst, und ertheilt ihm den eigenthümlichen Fuselgeschmack und Geruch, dessen nachherige vollständige Entfernung, die Entfuselung des Branntweins, mit nicht geringen Schwierigkeiten verknüpft ist. Das Fuselöl kann in großen Brennereien in Menge gesammelt werden; so ist seine Produktion in den großen Kartoffelbrennereien in der Umgebung Magdeburgs so groß, daß es zum Zweck der Beleuchtung auf Lampen gebrannt wird.

Es nimmt wahrscheinlich seinen Ursprung von dem sowohl in den Getreidekörnern, als auch in den Schalen der Kartoffeln, selbst in den Weinbeeren in geringer Menge enthaltenen fetten Oel, ohne daß es bis jetzt gelungen wäre, die wissenschaftlichen Gründe dieser Umwandlung festzustellen. Da bei Destillation von Branntweinmaische in gläsernen oder hölzernen Gefäßen ein viel reineres, fast fuselfreies Produkt gewonnen wird, so scheint das an den inneren Wandungen der kupfernen

Destillirapparate oft in Menge vorhandene Kupferoxyd bei der Bildung des Fuselöles wesentlich betheiligt zu sein.

Das Fuselöl, eine grünlich graue oder braune fettige Substanz von scharfem, zum Husten reizenden, höchst eckelerregenden Geruch und Geschmack, zeigt je nach der Natur der Stoffe, aus denen es entstand, sowohl in der Konsistenz, als auch in der Art des Geruches einen Unterschied, der auf einer wesentlichen Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung beruht. Die riesigen Fortschritte der organischen Chemie haben auch über die Natur der Fuselöle Licht verbreitet und zu den folgenden Resultaten geführt.

Als Hauptbestandtheil des aus dem Kartoffelbranntwein sich absetzenden Fuselöles haben sich zwei Flüssigkeiten, Amylalkohol und Butylalkohol ergeben, die man erhält, wenn man das rohe Fuselöl mit Wasser schüttelt, es sodann mit einer Auflösung von kohlensaurem Natron, hierauf nochmals zum Zwecke der Entwässerung über Chlorkalzium destillirt, wobei die Temperatur der siedenden Flüssigkeit nach und nach steigt. Zwischen den Temperaturen von 108 und 118° geht eine, von Wurtz entdeckte Flüssigkeit, Butyloxydhydrat oder Butylalkohol, über, ein farbloses, auf dem Wasser schwimmendes, dem Fuselöl ähnliches, jedoch weniger unangenehm riechendes Liquidum, bestehend aus einem hypothetischen Radikal, dem Butyl (C_8 H_9) nebst Sauerstoff und Wasser. Wenn der Siedpunkt der Flüssigkeit auf 132° gestiegen ist, beginnt der Amylalkohol überzudestilliren, den man nun für sich auffängt. Derselbe bildet den Hauptbestandtheil des Kartoffelfuselöles, und besteht aus dem Oxydhydrat eines hypothetischen Radikals, des Amyl (C_{10} H_{11}). Der durch wiederholte Rektifikationen gereinigte Amylalkohol ist eine farblose, dünnflüssige Flüssigkeit von 0,825 spez. Gewicht, die selbst bei einer Kälte von —23° noch nicht erstarrt. Er kocht bei 132°, besitzt ganz den widrigen kratzenden Geruch des Kartoffelfuselöles, macht auf Papier einen Fettfleck, der nach einiger Zeit wieder verschwindet; ist in Wasser wenig, im Alkohol, Aether und flüchtigen Oelen leicht löslich.

Das Kartoffelfuselöl hat in neuerer Zeit ein eigenthümliches Interesse dadurch gewonnen, daß es durch Behandlung mit verschiedenen Säuren eigene Amylätherarten bildet, deren mehrere sich durch höchst angenehme Fruchtgerüche auszeichnen. So besitzt das essigsaure Amyloxyd (durch Erwärmen von 1 Theil Fuselöl mit 1 Theil Schwefelsäure und 2 Theilen essigsaurem Kali erhalten) ganz täuschend den angenehmen Geruch der Bergamottbirne, das valeriansaure Amyloxyd einen vollkommenen Apfelgeruch; andere ebenfalls wohlriechende Oele, z. B. Himbeeröl und Traubenöl, die im Handel vorkommen, scheinen ebenfalls aus Fuselöl dargestellt zu sein.

Das Fuselöl des Kornbranntweins ist weniger einfach zusammengesetzt, und besteht aus einer Mischung von Oenanthäther, Margarinsäure, einem ätherischen Oel (Kornöl) und Amylalkohol.

Mit dem Namen Oenanthäther oder Weinblumenäther bezeichneten die Entdecker einen in dem Fuselöle des Weines vorkommenden Aether von eigenthümlichem, nicht eben angenehmem Weingeruch und Geschmack. Der Name ist insofern unpassend gewählt, als er der Annahme Spielraum gibt, daß dieser Aether dem angenehmen Bouquet der Weine zu Grunde liege, was jedoch nicht der Fall ist; denn gerade das eigenthümliche Aroma der Weine fehlt dem Oenanthäther. Da sich derselbe Aether auch im Getreidebranntwein findet, so ist ihm von Berzelius der Name Sitinsäureäther beigelegt. Man bereitet den Oenanthäther durch Destillation von Weinhefe mit Wasser. Er ist eine farblose Flüs-

sigkeit von betäubend weinartigem Geruch und scharfem widrigem Geschmack, kocht bei 228°.

Ist aber auch der Oenanthäther nicht die Ursache des feinen Weinbouquets, so scheinen doch alle Gerüche der gegohrenen weinartigen Getränke dem Vorhandensein eigenthümlicher Aetherarten zugeschrieben werden zu müssen, deren Zahl und Mannichfaltigkeit theils nach der in ihnen enthaltenen Säure, theils nach dem Radikal (ob Aethyl, Amyl, Butyl oder andere) sehr groß ist. Jedenfalls ist auf diesem Wege der künstlichen Nachbildung der Weine und Branntweinarten ein ergiebiges Feld geöffnet.

Für den Branntweinbrenner bildet die Entfuselung des Branntweins eine wichtige Aufgabe, besonders wenn er sich mit der Anfertigung von Spiritus für den Handel beschäftigt, weil solcher gegenwärtig in großer Menge zum Versetzen alkoholarmer Weine, und zu Parfümerien aller Art gebraucht, und daher völlig fuselfrei verlangt wird. Durch einfache Destillation ist dieser Zweck nie zu erreichen, obgleich bei Anwendung der neueren Brennapparate, welche einen starken Spiritus liefern, in Folge der niederen Temperatur, bei welcher solcher Spiritus destillirt, ein reineres Produkt als sonst gewonnen wird. Bei Anfertigung des Branntweins nach der alten Methode durch zwei getrennte Destillationen gelingt die Entfuselung am besten mittelst Filtration des ersten Destillates (Lutter) durch Holzkohle, weil sich das Fuselöl aus einer wässerigen Flüssigkeit weit leichter abscheidet, als aus einer mehr alkoholreichen. Bei den neueren Brennapparaten ist dieses Verfahren nicht anwendbar, und man sieht sich hier genöthigt, den fertigen Branntwein oder Spiritus zu entfuseln. Wir haben in dem Artikel Destilliren einen Apparat beschrieben, welcher gleich während der Destillation die Entfuselung vornimmt, und diesen Zweck ziemlich vollständig erfüllt. Wo es sich aber um größte Reinheit des Produktes handelt, ist es unerläßlich, entweder die Destillation durch Kohle nochmals zu wiederholen, oder den Branntwein nachträglich einer Filtration durch Kohle zu unterwerfen. Man wendet hierzu zweckmäßig hohe Fässer an, füllt dieselben mit gröblich pulverisirter Holzkohle, und läßt den Branntwein durch hydrostatischen Druck von unten nach oben langsam hindurchfließen

Die vollständige Entfernung alles Fusels erkennt man durch Mischung einer kleinen Menge des Branntweins mit warmem Wasser in einem Weinglase, wo sich die Gegenwart von Fuselöl sogleich durch den Geruch zu erkennen gibt.

Auch bei der Branntweingewinnung aus Runkelrübenmelasse entsteht ein Fuselöl, nach Fehling verschiedene flüchtige Fettsäuren (Caprinsäure, Caprilsäure u. a.), so wie ein neutrales Fett enthaltend, welches letztere als caprinsaures Lipyloxyd zu betrachten zu sein scheint.

Ein anderes, wahrscheinlich durch Destillation von Weinhefe gewonnenes Fuselöl kommt unter dem Namen Weinbeerenöl im Handel vor, und soll zur künstlichen Rumfabrikation benutzt werden.

Wir lassen anhangsweise einige Notizen über Bereitung von Fruchtessenzen aus Fuselöl folgen:

a) Bergamottbirnenöl. Um das dazu dienende Kartoffelfuselöl zu reinigen, schüttelt man es mit Wasser und etwas Soda, worauf sich das reine Oel an der Oberfläche sammelt. Dasselbe wird destillirt und der zwischen 132 und 140° C. übergehende Theil für sich aufgefangen. Dieses wird nun mit der anderthalbfachen Menge getrockneten essigsauren Natrons und eben so viel Schwefelsäure vermischt, und nachdem es etwa

eine halbe Stunde in der Wärme gestanden, mit Wasser versetzt, wo sich dann das Birnenöl (essigsaures Amyloxyd) obenauf sammelt. Um es weiter zu reinigen, wird es einige Mal mit Wasser und etwas Soda geschüttelt, schließlich destillirt. Bei Anwendung des Birnenöls zum Parfümiren von Bonbons oder sonstigem Zuckerwerk wird durch Zusatz von etwas Zitronensäure der erfrischende Geschmack wesentlich erhöht.

b) Aepfelöl (valeriansaures Amyloxyd). Man bereitet zuerst reine Valeriansäure, indem man 1 Theil gereinigtes Fuselöl allmälig mit 3 Th. Schwefelsäure und hierauf mit 2 Th. Wasser mischt. Sodann wird in einer tubulirten Retorte eine Lösung von 2¼ Th. doppelt-chromsaurem Kali in 4½ Th. Wasser zum Sieden erhitzt, und nun die erstere Mischung langsam hinzufließen gelassen. Das wässerige Destillat mit kohlensaurem Natron gesättigt und zur Syrupdicke eingedampft, gibt valeriansaures Natron, welches mit verdünnter Schwefelsäure (gleiche Gewichtsmengen Säure und Wasser) versetzt die Valeriansäure in Gestalt einer öligen Schicht abscheidet. Man mischt nunmehr 1 Theil reines Fuselöl mit 1 Th. englischer Schwefelsäure, läßt erkalten und setzt die Mischung zu 1¼ Th. der öligen Valeriansäure. Das Ganze wird einige Minuten im Wasserbade gelinde erhitzt und sodann mit etwas Wasser versetzt, wodurch sich das valeriansaure Amyloxyd abscheidet, welches man endlich einige Mal mit Wasser, dann mit verdünntem kohlensaurem Natron und nochmals mit Wasser wäscht. Bei der Anwendung wird 1 Theil des Apfelöls in 10 Th. Weingeist gelöst, und dem damit zu würzenden Zucker ein wenig Zitronensäure zugesetzt.

c) Ananasöl, eine Auflösung von Buttersäureäther in der zehnfachen Menge Weingeist, mag als Fruchtessenz hier eine Stelle finden, obgleich es dem Fuselöl ganz fremd ist. — Man bereitet zuerst reine Buttersäure, indem man 6 Pfund Zucker und 1 Loth Weinsteinsäure in 26 Pfund Wasser gelöst einige Tage stehen läßt. Zugleich wird ¼ Pfund alter stinkender Käse in 8 Pfund abgerahmter saurer Milch vertheilt und ebenfalls einige Tage stehen gelassen. Man mischt hierauf beide Flüssigkeiten und überläßt sie 4 bis 6 Wochen bei einer Temperatur von 30 bis 35° C. der Gährung, wobei das verdunstende Wasser von Zeit zu Zeit ersetzt wird. Nach beendigter Gährung verdünnt man das Ganze mit einer gleichen Menge Wasser; fügt sodann 8 Pfund krystallisirte Soda in 12 Pfd. Wasser gelöst hinzu; filtrirt, dampft bis auf 10 Pfund ein, und setzt 5½ Pfd. verdünnte Schwefelsäure zu, wobei sich der größte Theil der gebildeten Buttersäure als eine ölige Schicht abscheidet. Man gewinnt etwa 1½ Pfd. Buttersäure. Um dieselbe in Buttersäure-Aether zu verwandeln, löst man 1 Pfd. in 1 Pfd. Alkohol von 95° Tralles, und mischt 1 Loth Vitriolöl dazu; durch einige Minuten anhaltendes Erhitzen und darauf folgenden Zusatz des halben Volumens Wasser scheidet sich der meiste Aether als ölartige Schicht ab. Nach Abnehmen desselben kann aus der untenstehenden Flüssigkeit durch Destillation noch mehr Buttersäureäther gewonnen werden. Der sämmtliche Aether wird wiederholt mit verdünnter Sodalösung und zuletzt mit ein wenig reinen Wassers geschüttelt. Zur Darstellung der Ananas-Essenz löset man ihn in der zehnfachen Menge reinen französischen Weingeists; 20 bis 25 Tropfen solcher Essenz nebst etwas Zitronensäure zu 1 Pfund Zuckerlösung gesetzt, ertheilen derselben einen starken Ananas-Geschmack.

Fustian. Die Engländer bezeichnen mit diesem generischen Namen verschiedene baumwollene Zeuge, unter welchen auch der glatte Barchent mitbegriffen ist (s. Barchent). Die unter den Spezialbenennungen Corduroy, Velveret, Velveteen und Thickset vorkommenden Stoffe ge-

hören sämmtlich zum Fustian, von welchem mehrere Arten bei uns unter dem Namen Manchester bekannt sind.

Die verschiedenen Arten des eigentlichen Fustians oder Manchesters (welche auf einem Stuhle mit 4 bis 6 Schäften und 4 bis 8 Tritten gewebt werden) sind theils glatt, theils nach Art des Sammtes mit einem kurzen, aufrecht stehenden Haare versehen. Letzteres wird dadurch erzeugt, daß nach dem Weben ein Theil der Eintragfäden aufgeschnitten und der Stoff noch überdies aufgekratzt wird. Der Eintrag des Manchesters erfüllt nämlich einen doppelten Zweck. Zum Theil verbindet er die Kettenfäden mit einander, um das (bald glatte, bald geköperte) Grundgewebe zu bilden; zum Theil läuft er auf eine solche Art durch die Kette, daß lauter parallele Längenstreifen entstehen, in welchen der Einschuß über drei oder mehreren (und zwar in jedem Streifen über den nämlichen) Kettenfäden freiliegend hingeht. Diese freiliegenden Theile des Einschlages sind es, welche aufgeschnitten werden. Man verrichtet diese Arbeit auf einem etwa 6 Fuß langen Tische, welcher an jedem Ende eine Walze hat. Auf der einen Walze ist der Stoff vor der Bearbeitung aufgerollt, die zweite ist bestimmt, ihn nachher aufzunehmen, so daß jedes Mal ein ausgebreiteter Theil von der Länge des Tisches der Bearbeitung unterzogen wird.

Das Aufschneiden (Reißen) geschieht mittelst eines Werkzeuges von folgender Beschaffenheit. Es ist ein Stahlstängelchen von etwa 2 Fuß Länge und $^3/_8$ Zoll im Quadrat dick. An einem Ende befindet sich ein viereckiges Heft; das andere Ende läuft in eine papierdünne spitzige Messerklinge aus. Ein vorn zugespitzter Rücken, womit der untere Rand der Klinge versehen ist, gibt derselben die nöthige Steifigkeit, und verhindert sie, in das Grundgewebe des Stoffes einzuschneiden, auf welchem sie fortbewegt wird. Die arbeitende Person faßt das Heft mit der rechten Hand, schiebt die vorspringende Spitze des erwähnten Rückens unter die Einschußfäden ein, und stößt das Werkzeug rasch durch die ganze Länge von 6 Fuß vorwärts, mit einer gewissen geschickten Bewegung der Schulter und der rechten Seite, während der Körper wie beim Fechten auf dem linken Fuße balanzirt wird. Dieses Verfahren wird nach der Reihe mit allen den einzelnen Streifen vorgenommen.

Zunächst wird nun der Stoff in warmem Wasser eingeweicht, um die Weberschlichte aufzuweichen, hierauf gespült, getrocknet und auf einer Maschine aufgekratzt.

Das Wasser zum Einweichen wird durch Dampf erhitzt. Das Spülen wird mittelst eines rasch umgedrehten Haspels unter Zuleitung eines Stromes von kaltem Wasser bewirkt und eine Stunde oder länger fortgesetzt.

Die Maschine zum Aufkratzen des Haares besteht aus hölzernen Walzen, welche mit reibeisenartig aufgehauenem Weißbleche überzogen sind, und aus hölzernen Blöcken, deren konkave Unterseite mit Kratzen (wie die, welche man zum Krempeln der Baumwolle gebraucht) bekleidet ist. Diese Blöcke schieben sich in der Richtung der Walzenachsen hin und her, indeß der Stoff über die Walzen fortbewegt wird. 20 bis 30 Stück, jedes von 80 Yards Länge, können in einer Stunde aufgekratzt oder gerauht werden.

Der gekratzte Fustian wird nun durch Hinziehen über einen glühenden eisernen Zylinder gesengt (s. Sengen), wieder auf der Maschine gekratzt, dann zum zweiten Male gesengt. Oft wird das Kratzen und Sengen auch noch zum dritten und vierten Male wiederholt, bis der Stoff glatt und glänzend erscheint.

Sodann folgt das Bleichen durch Einlegen in eine Chlorkalkauflösung und das Färben. Die Appretur wird durch Leimwasser gegeben, worauf man die Trocknung durch eine Maschine bewirkt, welche aus metallenen, mittelst Wasserdampf geheizten Zylindern besteht.

Fustik. Das Holz von Rhus cotinus. Es enthält einen wenig haltbaren gelben Farbstoff und wird in der Färberei angewandt.

Verbesserung.

Seite 50, Zeile 24, lese man vier Mal statt drei Mal.

Karmarsch, Karl

Technisches Wörterbuch oder Handbuch der Gewerbkunde in alphabetischer Ordnung

Bd.: 1

1854